

УДК 59(081)
ББК 26я44
В35

Составитель
академик Э.М. Галимов

Вернадский В.И.

Собрание сочинений : в 24 т. / В.И. Вернадский ; под ред. академика Э.М. Галимова ; Ин-т геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского ; Комиссия РАН по разработке научного наследия академика В.И. Вернадского. – М. : Наука, 2013– . – ISBN 978-5-02-038093-6.

Т. 8. Живое вещество и биосфера / науч. ред. и сост. академик Э.М. Галимов. – 2013. – 526 с. – ISBN 978-5-02-038112-4 (в пер.).

Предлагаемое Собрание сочинений в 24-х томах включает почти все научные работы В.И. Вернадского, тексты выступлений, дневники и основную часть его эпистолярного наследия. Основу настоящего издания составили тематические выпуски, публиковавшиеся в виде отдельных книг, начиная с 1992 г., в серии «Библиотека трудов академика В.И. Вернадского» Комиссией РАН по разработке научного наследия В.И. Вернадского. В собрание включены также избранные сочинения В.И. Вернадского в пяти томах, изданные Институтом геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук (тогда АН СССР) в 1954–1960 гг., а также прижизненные и другие издания.

В восьмом томе настоящего Собрания сочинений В.И. Вернадского представлена работа В.И. Вернадского «Живое вещество», частично публиковавшаяся автором и частично оставшаяся в рукописях и вышедшая в качестве отдельной книги под этим названием в 1978 г. В этом же томе помещено одно из главных произведений В.И. Вернадского – книга «Биосфера», написанная им во время пребывания во Франции с 1921 по 1926 г. В восьмом томе включены также статьи В.И. Вернадского разных лет по проблемам биосферы.

ISBN 978-5-02-038093-6
ISBN 978-5-02-038112-4 (т. 8)

© Институт геохимии и аналитической химии
им. В.И. Вернадского РАН, Комиссия РАН
по разработке научного наследия академика
В.И. Вернадского, 2013
© Галимов Э.М., составление, предисловие, 2013
© Редакционно-издательское оформление.
Издательство «Наука», 2013

ПРЕДИСЛОВИЕ К ВОСЬМОМУ ТОМУ*

В восьмой том собрания сочинений В.И. Вернадского включены его работы по биосфере и роли живого вещества в геологических процессах.

В.И. Вернадский заимствовал термин «биосфера» у австрийского геолога Эдуарда Зюсса (1831–1914). Но еще раньше он был употреблен французским естествоиспытателем Жан Батист Ламарком (1744–1829) для обозначения совокупности живых организмов, обитающих в поверхностной оболочке Земли. В.И. Вернадский определял биосферу как геологическое пространство, содержащее живое вещество, т.е. живое вещество в единстве со средой его обитания.

Живое вещество есть химическое состояние материи, представленной живыми организмами. Живое вещество находится в постоянном химическом обмене с окружающей средой. Геологическое строение и свойства биосферы определяются присутствием в нем живого вещества.

Понятие о живом веществе впервые появляется у В.И. Вернадского в статье «Об участии живого вещества в создании почв», написанной в 1919 г.

В своих записях, относящихся к 40-м годам, В.И. Вернадский вспоминает что еще в 1916 году он начал систематически знакомиться с биологической литературой и разрабатывать принципы биогеохимии: «Для меня открылся новый мир. Я убедился, что в окружающей нас природе – биосфере – живые организмы играют первостепенную, может быть, ведущую роль». Тогда же В.И. Вернадский задумал создать фундаментальную монографию о живом веществе. Свой замысел он начал осуществлять в период гражданской войны, находясь в Киеве, затем в Симферополе, в условиях, когда научная литература была мало доступна, и привести работу к законченному виду было невозможно. Тем не менее, к 1912 году, когда В.И. Вернадский вернулся в Петроград, первые пять из 13 задуманных глав были почти готовы. Но книга в целом при жизни В.И. Вернадского не была опубликована. Отдельные фрагменты из нее публиковались В.И. Вернадским в разное время, в виде статей, в том числе вошедших в настоящий том. Первые пять глав были опубликованы в 1978 году в книге «Вернадский В.И. Живое вещество» (составители В.С. Неаполитанская, Н.В. Филипова), а затем в серии «Библиотека трудов академика В.И. Вернадского» (ответственный редактор серии А.Л. Яншин) в книге «Живое вещество и биосфера», Наука, М., 1992 г. (под редакцией К.П. Флоренского), по тексту которой эта работа воспроизводится в 8-м томе настоящего собрания сочинений.

* См. общее предисловие к настоящему собранию сочинений В.И. Вернадского, первый том, с. 3–5.

Книга «Биосфера» была написана В.И. Вернадским во время пребывания его за рубежом, главным образом во Франции, с 1921 по 1926 год. Она была издана в Ленинграде в 1926 году (В.И. Вернадский. Биосфера. Л., Науч. хим.-тех. изд-во, 1926, 146 с.). Здесь она публикуется как и другие статьи по биосфере, вошедшие в этот том, по тексту книги В.И. Вернадский. «Живое вещество в биосфере», выпущенной Комиссией по разработке научного наследия В.И. Вернадского в 1992 году. В последней читатель может найти содержательную вводную статью А.Л. Яншина, а также предисловие и комментарии К.П. Флоренского.

Э.М. Галимов

ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО*

ДВА СИНТЕЗА КОСМОСА!^{1*} (вместо введения)

*С природой одною он жизнью дышал:
Ручья разумел лепетанье,
И говор древесных листов понимал,
И чувствовал трав прозябанье;
Была ему звездная книга ясна,
И с ним говорила морская волна.
Изведен, испытан им весь человек!*

Е.А. Баратынский.
На смерть Гете, 1835

1. *Два синтеза Космоса.* К сожалению, обычно биологи очень мало обращают внимания на явления, связанные с живым веществом, и изучение видовых признаков организмов, выраженных изменением внешней среды, лежит далеко от обычных задач, интересующих современного исследователя. Биологи забывают, что изучаемый ими организм является неразрывной частью земной коры, представляет собой механизм, ее изменяющий, и может быть отделен от нее только в нашей абстракции. Можно получить о нем полное представление только тогда, когда мы при его характеристике к морфологическим или физиологическим свойствам организма присоединим и его геологическое, в частности геохимическое, свойство – изменение его совокупностью химических явлений в биосфере.

Несомненно, просматривая огромный научный материал, сохраненный в архивах науки – прежде всего в биологии, мы найдем не только многочисленные наблюдения, сюда относящиеся, но и многочисленные обобщения. Но наблюдения не систематизированы и не связаны вместе, а обобщения единичны и случайны.

В науке нет до сих пор ясного сознания, что явления жизни и явления мертвой природы, взятые с геологической, т.е. планетной, точки зрения, являются проявлением единого процесса.

По условиям научной работы при исторически сложившейся рутине такие обобщения даются и наблюдения отмечаются немногими из тысяч работни-

* Сборник нескольких незаконченных рукописей В.И. Вернадского, написанных им в начале 20-х годов. Впервые опубликован отдельной книгой «Живое вещество». М.; Л.: Госиздат, 1930. 399 с.; то же 2-е изд. М.: Наука, 1978. 358 с.

^{1*} Здесь и далее арабские цифры – см. примечания после раздела «Дополнения».

ков биологических наук; они производились и производятся в значительной мере отдельными натуралистами с особыми индивидуальными склонностями. Есть своеобразный склад натуралиста, который ищет синтетического впечатления о Природе, не довольствуется изучением формы или функций организма, а изучает их комплексы.

Можно видеть в представлениях человека о Космосе два синтеза, по существу совершенно разных, находящихся на разных стадиях своего развития и едва ли совместимых между собой.

С одной стороны – отвлеченное представление физика или механика, где все сводится в конце концов на немногие нашими органами чувств и даже нашим сознанием не охватываемые в образной форме представления об эфире, энергии, квантах, электронах, силовых линиях, вихрях или корпускулах. В сущности, этот мир Космоса дает нам совершенно чуждое, нас не трогающее впечатление и, очевидно, представляет схему, далекую от действительности даже тогда, когда мы превратим его в своеобразный хаос движущихся без порядка частей, или, наоборот, в своеобразную машину, регулирующую мировым разумом или той или иной формой божества. Эта абстракция является удобной формой научной работы, входит в научное мировоззрение, но не охватывает его всего, не проникает даже все области естествознания, она явно неполна, как неполны по сравнению с природными объектами все отвлеченные и идеальные создания человеческого разума, всегда упрощающие реальные объекты, подлежащие нашему изучению. Эта схема строения Мира слишком рационалистична, проникнута человеческим разумом, подобно религиозным концепциям теологов.

Наряду с этой – физической – картиной Космоса всегда существует другое о нем представление – натуралистическое, неразложимое на геометрические формы, более сложное и более для нас близкое и реальное, которое пока тесно связано не со всем Космосом, но с его частью – с нашей планетой, то представление, какое всякий натуралист, изучающий описательные науки, имеет об окружающей его природе. В это представление всегда входит новый элемент, отсутствующий в построениях космогоний, теоретической физики или механики, – элемент живого. Эти представления о природе не менее научны, чем создания космогоний или теоретической физики и химии, и ближе для многих, хотя они так же неполны, как и геометрические схемы упрощенной мысли физиков, но они менее проникнуты призрачными созданиями человеческого ума и дают нам другие стороны Космоса, оставленные последними вне своих абстрактных построений.

Мы не можем и не должны забывать о существовании этих двух несовместимых представлений о Природе. Наблюдая ход истории научной мысли, необходимо констатировать, что эти два мировоззрения проходят рядом, существуют как-то, не влияя друг на друга, разделяются разными людьми, работающими в значительной мере независимо друг от друга. Я говорю именно о научных, а не о философских построениях Космоса, которых, может быть, есть и много больше, чем эти два понимания Природы в естествознании. Наблюдая факты истории научной мысли, нельзя не отметить, что ученые, держащиеся натуралистического мировоззрения на Природу, столь же мало в своей научной работе испытывали влияние физического мировоззрения, как мало они испытывали влияние философских упрощений Космоса или мистических о нем представлений вроде сведенборгианства.

И это несмотря на то, что в обычных представлениях, господствующих *tacito consensu* в научном мировоззрении и в культурной среде, именно физическое представление о Море, выраженное в образах математической физики, считается настоящим научным достижением, а натуралистическое миропонимание – более грубым к нему приближением.

С этой точки зрения чрезвычайно интересен и глубоко знаменателен в истории человечества переживаемый нами в XX в. переворот в физических представлениях о Море, создаваемый глубокими проникновениями в окружающее Эйнштейна², Минковского³ и других искателей, стоящих на почве теории относительности. Несомненно, с принятием представлений о пространстве, времени, тяготении, материи и энергии, отвечающих теории относительности, физическое мировоззрение чрезвычайно приближается к натуралистическому, и мы теперь находимся у предела нового великого синтеза представлений о природе, последствия которого нам сейчас даже трудно учесть при всех условиях нашего проникновения в будущее.

Но сейчас, пока еще идет незаконченная борьба за новый переворот в физическом представлении о Космосе, обычно не учитывается влияние на научную мысль натуралистического представления о Космосе, и главным образом о нашей планете, которое веками было сильно и могущественно в описательном естествознании, хотя оно не вылилось в рационалистические концепции, аналогичные тем, которые со времени Ньютона дали нам в многочисленных образах физики. Оно выражается сейчас в отдельных несвязанных, как будто случайных представлениях и течениях мысли, охватывающих отдельных ученых.

Есть всегда ученые, которые ярко чувствуют и охватывают эту живую, реальную природу нашей планеты, всю проникнутую вечным биением жизни, и для которых это понимание единой Природы является руководящей нитью всей их научной работы. Такие ученые и в тех случаях, когда они сталкиваются с частными отдельными явлениями биологии, ищут более общих их проявлений в едином целом. В частности, исходя из исторически сложившихся привычек работы в биологических науках, они выходят из рутинных рамок и, не ограничиваясь изучением жизни в организме, переходят к изучению ее проявлений в мертвой природе, широко смотрят на задачи биологического исследования, проводя в жизнь то, что логически следует из того понимания живого и жизни, которое сейчас в формулах, но не в научном сознании господствует в науке.

2. В течение XVIII столетия, когда выросло точное описательное естествознание, и вплоть до нашего времени эта, по существу, случайная, несистематическая работа дала нам ряд наблюдений и данных, осветивших многие стороны влияния жизнедеятельности организмов на окружающую их безжизненную природу. Эти наблюдения только частью сейчас нами сознаются, ибо, если всмотреться внимательнее в ту литературу, которую оставили нам отдельные ученые этого типа нередко в дневниках и описаниях путешествий, в популярных статьях, в изложениях своих переживаний, в случайных заметках и добавках к научным работам, вне обычной схемы, мы увидим в ней множество таких данных, рассеянных и никем еще не собранных и потому и не влияющих на нашу научную мысль и на наше научное мировоззрение.

Количество таких наблюдений увеличивается еще тем, что внимание натуралистов обратилось в широкой мере в XIX в. к вопросам социальных сожитий и находений организмов, когда изучаются их массовые эффекты, при-

чем главным образом выдвинулись вопросы, связанные не с влиянием живых организмов на мертвую окружающую их среду, но с их влиянием на среду живую, на другие организмы. При переходе к таким массовым наблюдениям и в связи с вопросами, занимавшими особенно сильно мысль натуралистов за последние десятилетия, с теорией эволюции видов и их геологической историей обратили на себя внимание явления, связанные с влиянием внешней среды – живой и мертвой – на организмы.

В связи с этим были созданы такие отрасли знания, как география животных и растений или экология растений, невольно направившие мысль натуралистов на влияние жизнедеятельности организмов на окружающую их среду, т.е. на влияние живого на мертвую природу.

В конце концов мы получили в науке ряд наблюдений и достижений, которые указывают на огромное значение организмов в земной коре, в частности в химических ее процессах, и которые давно заслуживают систематической сводки и научной обработки с точки зрения общего проявления свойств живого.

Целый ряд таких данных дал нам XVIII в., и в XIX в. они были только расширены. Среди них на первое место должны быть поставлены работы ботаников и химиков над газовым обменом зеленых хлорофилльных растений. Эти исследования имели вообще огромное значение для истории человеческой мысли и вызвали расцвет химии и физики, так как были связаны с открытием газов и их свойств, выяснили природу атмосферы. В конце века около этой проблемы в связи с питанием зеленых растений начались работы Пристли, Лавуазье, Кавендиша, Сенебье, Ингенгауза, де Соссюра. Де Соссюр в начале XIX столетия достиг современного понятия о питании растений. В связи с выяснением питания растений сейчас же перед человечеством встали во всей силе разница между животными и растениями и тот круговорот вещества, который вызывается на нашей планете их совместным существованием. Эта мысль возникла, по-видимому, независимо у очень многих натуралистов. И уже немедленно после опытов Пристли президент Лондонского Королевского общества шотландский врач Прингл в 1779 г. в речи своей ярко нарисовал ту своеобразную картину равновесия, которая существует между животными и зелеными растениями, но которая, как мы теперь знаем, представляет собой лишь побочный круговой процесс, идущий только за счет части кислорода – «жизненного газа», как называл его Лавуазье, выделяемого зелеными растениями.

Но этот частичный круговорот не позволял химически резко отличать растения и животные. Такие лишённые хлорофилла организмы, как грибы, по своему питанию, поглощению кислорода и выделению только углекислоты оказались аналогичными животным. Центр вопроса находился не здесь, хотя общее положение животных и хлорофилльных растений в геохимической истории Земли было определено правильно. В первой половине XIX в. общая картина явлений, главный круговорот газов на земной поверхности, вызванный жизнедеятельностью земной живой материи, был выяснен многолетними работами Буссенго и Дюма. Один из них резюмировал этот процесс в яркой форме, рассматривая зеленый растительный мир как привеску атмосферы, так как значительная часть тела растений, т.е. живого вещества, создается деятельностью солнечного луча из газов и паров.

Он воспользовался тем же образом, который уже с XVIII в. охватил натуралистов и философов, проникал натурфилософию Шеллинга. Геохимия – в истории газов в земной коре – показывает нам, что это больше, чем красивый образ. Работа здесь далеко не закончена, и осталось еще много неясного. Эти исследования привели к несомненному выводу, что история кислорода на земной поверхности обусловлена в самых основных своих чертах жизнедеятельностью зеленых растений. Мы знаем в земной коре тысячи химических процессов поглощения кислорода, перехода его в связанное состояние в химических соединениях. Их изучила минералогия. Им противостоит единственный из донныне найденных процесс выделения в атмосферу свободного кислорода, производимый хлорофилльными организмами. Если бы их не было, то в немногие относительно тысячелетия изменился бы состав нашей атмосферы и остановились бы все те многочисленные минеральные процессы, которые идут в коре выветривания благодаря нахождению в атмосфере и соприкасающихся с ней водах свободного кислорода. Одного этого факта достаточно для того, чтобы понять то огромное значение, какое приобретает живое вещество в геохимических процессах. Но жизнь зеленых растений не отражается только на происходящих в природе круговоротах – O_2 – CO_2 она сказывается в не меньшей степени и на N, Cl, S и других элементах. Биологи и химики выяснили нам во многих основных чертах эту картину и уяснили связь ее не только с жизнью зеленых растений, но и со связанными с ними другими формами живой материи.

В конце того же XVIII в. в совершенно другой области знаний стало выясняться значение организмов – уже животных – в строении известковых пород, в геохимической истории углерода, кислорода, кальция, отчасти магния. Во время путешествия Кука на коралловых островах Тихого океана открылась перед человеком лаборатория современного образования известняков в жизнедеятельности мелких морских организмов – Anthozoa, водорослей и т.п., до чрезвычайности поразившая по ее грандиозности воображение натуралистов. Форстер, яркий натуралист, проникнутый тем чувством природы, о котором я раньше говорил, спутник Кука, дал нам впервые картину этого явления, которое, очевидно, было известно давно, но не находило пытливого ума, который мог бы оценить его общее значение в истории мироздания. Почти немедленно после опубликования труда Форстера Моне нашел остатки древних коралловых рифов среди известняков Франции и доказал существование тех же процессов в геологически далекие времена в других местах.

Значение морских организмов – раковин моллюсков – для строения известняка было известно и раньше, и уже Линней за 40 лет до путешествия Кука отразил это в афоризме: *omne calx ex vermibus* – весь известняк из червей, понимая под червями всех беспозвоночных, тогда еще столь мало изученных. Но механизм этого образования был неясен. Его начали выяснять итальянские натуралисты XVIII в., исследователи родного Средиземного моря и его берегов – Дженерили, Марсильи, В. Донати, Бальдассари, Кортезе, Спалланцани и др. Они указали, что условия нахождения ископаемых в известняках и мергелистых породах Италии совершенно отвечают нахождению подобных им организмов в современных отложениях морского дна у берегов Италии, и в частности Адриатического моря, и этим индуктивным путем поставили

вне сомнения литогенезис известняков из остатков организмов процессами, которые происходят и ныне на дне моря. Особое значение имело выяснение роли микроскопических организмов. В конце века Беккариа открыл в морской грязи Адриатики целый мир микроскопических корненожек, покрытых известковыми раковинами. Значение этих организмов было выяснено Сольдани (1780), причем Сольдани указал, что ископаемые микроскопические организмы встречаются в породах, отвечающих по структуре современному их отложению на дне глубокого моря вдали от берегов.

Через несколько десятков лет после Беккариа немецкий натуралист Эренберг, человек того же типа охвата Природы как целого, как и Г. Форстер, дал нам полную картину процесса, отрывки которого были давно известны. Занимаясь изучением микроскопических организмов, он выяснил на строении мела и всех известняков роль микроскопических организмов, указанную Беккариа, и развивал идеи Линнея, доказав органическое происхождение ряда железных руд и слоев конкреций кремния и кремнистых сланцев. Им открыт был тот путь исследований, который только теперь начинает систематически обрабатываться. Через почти 50 лет после Эренберга в работах С.Н. Виноградского видим мы дальнейшее яркое нахождение новых путей в этой области. Виноградский открыл организмы (автотрофную живую материю 2-го рода), независимые от энергии Солнца, получающие энергию для жизненных процессов из минералов, и указал на значение их в истории азота, железа и углерода в земной коре. Область явлений, указанная Виноградским, открывает в геохимии широчайшие горизонты, требующие настоящей работы и до сих пор едва початые научной мыслью и научным трудом.

Третья огромная область участия организмов в геохимических процессах Земли открылась перед нами в истории горючего – углей, торфов, нефти. И в этой области значение растений и животных впервые выяснилось в XVIII в., но общая грандиозная картина неясна нам и до сих пор, так как эти процессы изучались до сих пор вне их связи с общей историей химических элементов в земной коре.

На этом значение процессов жизнедеятельности организмов, выясненных при участии биологов, не кончилось. Мы найдем многочисленные другие указания, например в истории фосфора в роли экскрементов животных (гуано) и их костей, но все это указания случайные. Систематического, полного проникновения в эту область не было сделано, и общая картина нам до сих пор неясна.

Это все части единого космического процесса, идущего в земной коре. Работа над его выявлением необходима, ибо без этого мы напрасно будем подходить к пониманию явлений жизни, великой тайны, веками возбуждающей мысль ученых работников. Современная биология пока бессильна, ибо биологи в своей вековой работе дают нам лишь одну сторону создаваемого в земной коре жизнью, живым веществом великого процесса, другая сторона которого нам известна все еще в несвязанных обрывках.

В XVIII в. изменений, производимых в земной коре организмами, касались геологи, минералоги, физикогеографы. Мы находим их уже в трудах Бюффона, Сведенборга, Валлериуса или Ломоносова, и в яркой форме они проявляются в первых научных сводках геологии у Гоффа, Прево и главным образом Лайеля. Позже эта задача вошла целиком в тот отдел геологии, кото-

рый получил развитие в динамической геологии. В нем геологи использовали значительную часть указанных достижений биологических наук и прибавили много своих новых наблюдений.

В конце концов в эмпирическом материале, строящем геологию, собрался огромный ряд фактов, выражающих влияние организмов на геологические процессы. Он охватывает целые главы динамической геологии. Но этот материал до сих пор никогда не подвергался влиянию какой бы то ни было обобщающей идеи. В самых лучших сводках динамической геологии, там, где говорится о влиянии организмов на геологические процессы, организмы являются как *deus ex machina*, как что-то стороннее земной коре, с ней не связанное. И только у старых натуралистов, стоявших в стороне от господствующего течения науки, видим мы более правильное понимание связи организмов с геологическими, и в частности с геохимическими, процессами. Но это понимание связывалось с ложными представлениями или получало такие формы проявления, которые противоречили дальнейшему ходу развития геологии и потому не только оставались в стороне, но даже дискредитировали ту правильную идею, которая в действительности лежала в основе мысли этих исследователей.

Эти идеи можно проследить далеко в глубь XVIII в. в связи с изречением Линнея: *omne calx ex vermibus*, а вся «глина» из растений. Их ярко, например, выражал Де Малье, несомненно, излагавший воззрения, мало проникавшие в науку, но живые в ученой среде его времени и отражавшие те настроения, под влиянием которых шла научная работа.

Среди таких ученых конца XVIII – начала XIX столетия выделяются два выдающихся крупных исследователя, являвшиеся не только учеными, оставившими след в науке своего времени, но и философами, и характерными яркими личностями. Это были Стеффенс и Ламарк. Работы Ламарка в этой области знаний обратили на себя внимание – его «Гидрогеология» была переведена на немецкий язык, а первая и единственная книга Стеффенса, касавшаяся этих вопросов в 1801 г. и излагавшая его идеи, имела крупный успех. Тем не менее судьба ее была та же, что и трудов Ламарка, который несколько раз возвращался в течение своей долгой жизни к их изложению. Работы обоих исследователей были забыты, ибо их труды были проникнуты фантастическими построениями натурфилософии и научными ошибочными гипотезами. Так, и Ламарк и Стеффенс ввели в изложение своей мысли ложное и странное для нас теперь положение о создании организмами своей жизненной силой химических элементов во время жизненного процесса. Но эта идея была живой в их время. Ее высказывал уже в 1766 г. Валлериус, обобщая мысли Ван Гельмонта и опыты Дюамеля. Она господствовала еще в начале XIX столетия, когда ее систематически обосновал Шрадер (1800). Нельзя забывать, что еще через 60 лет после Ламарка эти вопросы серьезно интересовали ученых. Еще в 1820-х годах такие химики, как Ж. Дюма, а в 1840-х – Тэйлор, тратили силы и время на опровержение гипотезы о создании химических элементов в курином яйце жизненным процессом. Эти гипотезы учитывались в научной литературе как научные достижения. Они были опровергнуты окончательно лишь в 1840-х годах, когда Шпренгель и Либих выяснили значение зольных частей зеленых растений и точно уяснили их происхождение.

Оставив в стороне эти заблуждения Ламарка и Стеффенса, мы найдем в их работах широкий взгляд на живую материю как на основу всех геохимических процессов биосферы и даже более глубоких слоев Земли – метаморфической оболочки (ф. 518, оп. 1, крымский текст, д. 49, л. 81–86).

Складывая проявления всех однородных живых веществ – совокупностей неделимых одного и того же вида для всех видов, мы получим общее проявление организмов в земной коре, то явление, которое сказывается нам в *биосфере* (ф. 518, оп. 1, крымский текст, д. 49, л. 80).

Глава первая

ЗНАЧЕНИЕ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА

Геохимическое изучение живого вещества.

Космические проблемы в связи с геохимией живого вещества.

Человечество как часть однородного живого вещества.

Живое вещество с логической точки зрения.

ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА

3. Подходя к научному изучению природы, мы никогда не должны и не можем забывать, что оно всегда неизбежно связано с практическим значением его в жизни человечества, несмотря на историческую важность постоянно возникающих стремлений противоположного характера, протеста против узкого понимания прикладного значения науки; это является указателем реального хода развития науки. «Наука для науки» так же мало может существовать, как искусство для искусства. Знание искалось и ищется в науке для получения силы, для овладения природой, для практических приложений к жизни. Вся история естествознания и математики насквозь проникнута сознанием могущества, которое приносит человеку знание.

Особенно это должно чувствоваться, когда мы касаемся вопросов геохимии, где культурная жизнь человечества является могучей силой, меняющей химические явления нашей планеты. Очевидно, что изучение хода развития роста геохимического значения человечества должно повести за собой и большее проникновение человека в понимание прикладного характера научной работы.

Как во всех новых научных вопросах и новых отраслях науки, мы далеко не всегда можем заранее уловить, что окажется для человека нужным и важным. Поэтому сейчас можно указать лишь немного, что можно предвидеть в начале работы.

4. Совершенно ясно, что применения геохимического изучения живого вещества могут идти в разных направлениях.

Прежде всего таким применением должно служить использование живого вещества в качестве источника тех или иных необходимых для человека элементов. Этот вопрос являлся предметом обсуждения в связи, например, с изменениями сложившихся экономических соотношений во время мирового потрясения 1914–1920 гг. Таковы вопросы о добыче йода, брома, калия, фосфора и т.д. Из всех этих химических элементов наибольшее значение до

сих пор имеет добыча йода из золы некоторых водорослей, которая во многих местностях конкурирует с добычей его из чисто минеральных отложений (из некоторых озер, отложений селитры в Чили). Но и его минеральные отложения генетически связаны с живым веществом, ибо только одни организмы, по-видимому, собирают йод из его рассеяний: минеральные образования йода с окончательным разрушением живого вещества. Йод добывается из живого вещества, связанного с морем, главным образом из водорослей. Однако весьма вероятно, что и среди морских продуктов могут быть найдены более выгодные его источники (например, губки), то же надо ждать и для наземных организмов. Здесь заслуживают серьезного количественного изучения мхи, грибы и продукты изменения – молодые торфы. Точно так же заслуживает серьезного систематического изучения нахождение калия. Но, помимо этого, изучение и других химических элементов стоит на очереди. Человек захватывает для своих потребностей все элементы. Постепенно количество таких захваченных им элементов все растет. Это правильный путь захвата сил природы и использования ее средств. Очевидно, при геохимическом изучении живого вещества должно такое использование пойти еще энергичнее и правильнее, так как при этом не только улучшается наше понимание распределения и концентрации элементов в земной коре, но и открываются их новые концентрации. Этого можно ждать для Zn, Cu, V, редких земель и, надо думать, для очень редких элементов, вроде галлия или индия.

Другим возможным приложением геохимического изучения элементов является их применение во *врачебных целях*. Сейчас в этой области трудно сказать что-нибудь определенное, но совершенно ясно то огромное значение, какое имеет для врачебных целей использование тех или иных химических соединений элементов или самих элементов ввиду огромного влияния на самые разнообразные проявления жизни. Мы знаем, какое огромное значение приобрели в этом отношении соединения Hg, Bi, As, P, J, Fe, Br и т.п. Еще недавно Кохер указал на важность с этой же медицинской точки зрения кремния и его соединений. Нельзя сомневаться, что человек находится только в начале своих достижений в этой области. А так как геохимическое изучение химических элементов связано с выяснением функции всех элементов более полным и точным, чем мы это знаем сейчас, то, очевидно, в результате такого изучения явятся многочисленные приложения геохимии живого вещества к медицине, гигиене, ветеринарии и к дезинфекционной борьбе с вредителями (каково, например, теперь значение соединений меди в плодоводстве). Уже сейчас геохимическое значение этих применений элементов к жизни огромно и связано с добычей и рассеянием. Очевидно, увеличивая свое знание в этой области и его применение, человек только делает более интенсивной ту самую работу, которая выявляется для него с роковой неизбежностью ходом процессов химии земной коры.

Третьей областью работ этого порядка сейчас становится развитие учения о плодородии со всеми его многочисленными применениями в науках как агрономических, так и зоотехнических. Здесь я хочу лишь отметить этот вопрос, к некоторым сторонам которого я вернусь ниже, в главе о количестве живого вещества в земной коре. Надо иметь в виду, что вся научная постановка вопроса о плодородии, о количестве создаваемого жизненными процессами вещества на данной площади земли может быть правильно поставлена толь-

ко на почве геохимических явлений. До сих пор этот вопрос ставился только ощупью, в узкой форме, без учета всех элементов создаваемого человеком при этом культурного сгущения. Он приводил при этом к такого рода обобщениям, в которых играл большую роль очень изменчивый экономический фактор; в числе таких обобщений является так называемый закон о прогрессивном уменьшении плодородия почвы по мере роста техники. Но вопрос о плодородии ставился с узкочеловеческой точки зрения: о получении продуктов, необходимых человеку. Это задача частная. Она может быть правильно поставлена и решена только тогда, когда выяснится основной вопрос: есть ли предел количеству вещества, которое может быть захвачено живой материей и введено ею в состав составляющих ее организмов на определенной площади земли? Чем обусловлен этот предел, если он есть, и как количественно меняется в разных культурных сгущениях и при разных физико-географических условиях? Не связан он с предельной величиной энергии солнечных лучеиспусканий, может ли быть это использование увеличено? Может ли быть, и в какой мере, увеличена полезная для человека часть максимального плодородия земли? Очевидно, при таком изучении плодородия само понятие его меняется, оказывается не связанным с антропоцентрическими представлениями.

Но можно ждать влияния геохимического изучения живого вещества не только в связи с изменением общих представлений о плодородии. Несомненно, это влияние скажется и в отдельных частных вопросах, отчасти уже ныне поднятых. Так, в последнее время подымается вопрос о влиянии на урожайность разных растений следов разных элементов, значение которых связано не с их вхождением в состав живого вещества в качестве частей их тела, а с влиянием их следов в качестве катализаторов. Так, марганец в разведении 1:10 млрд уже явно влияет на урожай *Sterigmacystis*. Прибавляя на десятину небольшие количества таких элементов, можно значительно поднять урожайность того или иного растения. Ибо разные элементы влияют при этом на различные растения. Уже сейчас выяснено такое стимулирующее влияние Zn, Mn, S, Cu, F, Li. Но очевидно, мы находимся здесь при самом начале наших достижений, и, должно быть, человек в конце концов сумеет комбинировать эти свойства для всех элементов и для всех растений. Это может быть достигнуто только тогда, когда связь живого вещества со свойствами элементов будет нами изучена с точки зрения создания живой материи, т.е. с геохимической точки зрения.

Очевидно, могут быть выдвинуты и другие приложения изучения геохимии живого вещества – но те или другие должны быть выдвинуты при самом начале научной работы в этой области, так как они свяжут ее с жизнью и тем самым увеличат интенсивность и мощность работы, привлекут к ней силы и средства (ф. 158, оп. 1, д. 53, л. 55–57).

5. Из этих вопросов (ввиду их значения) я считаю необходимым коснуться двух-трех, хотя мы можем их только поставить, но не решить. Для быстрого улучшения научных знаний о них важно помнить.

Первым вопросом является химический состав *биосферы* и те различия, какие наблюдаются между составом *земной коры* и, в частности, биосферы и составом живого вещества. Как известно, мы довольно точно в общих чертах знаем состав земной коры до глубины 20 км, но при исчислении этого состава

не приняты во внимание те количества химических элементов, которые сосредоточены в организмах, т.е. в живом веществе. При огромном весе слоя земной коры в 20 км, может быть, ошибка от такого исчисления и не будет очень большой, хотя точно мы этого утверждать не можем. Дело меняется, когда мы переходим от земной коры к поверхностной ее пленке – к биосфере. Здесь мы не можем пренебрегать теми количествами химических элементов, которые сосредоточены в живом веществе, и поэтому мы не можем исчислить состав биосферы с той точностью, с какой исчисляем состав всей земной коры до 20 км мощностью. Кларк пытался исчислить средний состав осадочных пород, но от такого исчисления до состава биосферы еще далеко, и числа Кларка, очевидно, дают нам отдаленное понятие о составе биосферы.

Точно так же мало уточнено наше исчисление химического состава *гидросферы*, так как для анализа берется состав морской воды, в значительной мере лишенной организмов, процеженной через фильтры, задерживающие большую часть представителей морской жизни. И очевидно, этот состав неверен.

Для того чтобы определить состав биосферы (и гидросферы – ее части), нам необходимо прежде всего знать химический состав проникающего ее живого вещества, т.е. отложить ответ на данный вопрос до систематического подбора правильным образом выбранного для анализа вещества – однородного живого вещества, постоянных и подвижных его сгущений.

Если бы мы знали этот состав и необходимое для этого количество живого вещества в земной коре, мы сразу могли бы охватить весь химический процесс, связанный с жизнью.

Мы скорее догадываемся, чем знаем, что и с химической точки зрения живое вещество производит огромную дифференциацию химических элементов в земной коре. Его состав не может быть равен составу биосферы. Так, например, мы знаем, что отношение Са:Mg в земной коре⁴ почти равно 1. В биосфере – в коре выветривания – это отношение, должно быть, сохраняется, хотя во многом для нас явления, здесь наблюдаемые, неясны, и, может быть, Са здесь больше. По отношению к растениям мы теперь из опыта знаем, что оптимальные условия их роста связаны с отношением СаО:MgO, далеки от 1.

Очевидно, то же самое должно проявляться и в природных условиях, и растение не может брать Са:Mg в отношениях, отвечающих тем, которые господствуют в мертвой природе. То же самое мы наблюдаем и для других элементов, и давно уже замечено, что хлорофилльные растения берут из почвы калий в количествах, резко меняющих обычное в литосфере отношение К:Na, близкое к 1. Сложный механизм растения и в других случаях берет элемент из земной коры в иных пропорциях, чем это наблюдается в мертвой природе, причем разные живые вещества относятся к этим процессам различно. Они приспособляют разные элементы для одной и той же цели, сообразно своей индивидуальности. Очень резко это видно из следующего примера. Скелетную часть растительного организма, поддерживающую организм, составляет склеренхима, в значительной степени уже мертвая ткань. Среди химических элементов, которые растение использует для ее построения, господствующую роль играют Са и Si. По-видимому, разные живые вещества используют

их различно. Так например, в золе коры некоторых растений содержатся:

	Дуб	Hêtre ⁵	Слива
CaO	93,46	80,87	44,74
O ₂	0,95	1,48	21,30

К сожалению, в этой интересной области явлений мы почти не имеем исследований и потому в очень смутной форме можем уяснить себе общий геохимический эффект такой избирательной работы живого вещества.

По-видимому, в живом веществе мы видим такой механизм в земной коре, который извлекает из нее и концентрирует некоторые химические элементы, как раз те, которые носят название органогенных, – O, H, N, S, P и т.д. Концентрация водорода, по-видимому, отсутствует для гидросферы.

Другой задачей, связанной с выяснением химического состава живого вещества, является определение того значения, *какое имеет живое вещество в истории отдельных химических элементов земной коры*. Зная процентный состав биосферы и земной коры, мы, зная их вес, можем определить вес каждого из сосредоточенных в них химических элементов. Несомненно, например, что для азота огромная часть всего его запаса захватывается живым веществом, находится постоянно в биогеохимическом обмене; вероятно, оно значительно для фосфора и серы. Уже для кислорода и водорода захвачена значительно меньшая их часть по весу. Но вся картина этого явления, очевидно не случайная, может нам выясниться только после того, как будет определен состав живого вещества, и этот состав будет изучен во всей его массе и во всех его частностях.

С этой точки зрения чрезвычайно важно проследить историю химических элементов в тех ценобиотических сгущениях и разрежениях, на которые распадается наша биосфера. По-видимому, мы имеем здесь не только морфологически, но и химически различные области. В этих областях идут совершенно закономерные передвижения химических элементов, полностью для нас закрытые вследствие недостатка точных данных. А между тем они постоянно повторяются периодически точно и правильно. Так, при созревании в поле собираются определенные химические элементы – K и P – в зерне и исчезают из листьев; железо и кальций сосредоточиваются в наших лесах в наружных слоях коры и затем с ней рассеиваются в окружающей среде. В лиственных лесах нашей Северной и Средней России ежегодно осенью совершается интересный процесс разделения калия и кальция. Листопад есть выделение кальция, а рядом с этим в многочисленных покрывающих почву и растущих среди гниющей и падающей листвы шляпочных грибах концентрируется живое вещество, не заключающее кальций или содержащее его следы, но богатое калием, В планктоне озер и прудов весной и осенью начинается массовое скопление диатомовых водорослей, т.е. идет сезонное колебание количества кремния.

Таких примеров можно привести множество. Мы их не знаем только потому, что до сих пор мало обращалась мысль исследователей в эти области и нет достаточного количества наблюдений.

6. Несомненно, все эти вопросы имеют не только геохимический, но и биологический интерес.

Но есть такая область вопросов этого рода, в которой биологический интерес стоит на первом месте, и тем не менее данные для его решения – точные химические анализы – не собираются.

Из числа таких вопросов я остановлюсь на одном, который интересует одинаково и биолога и геохимика, – *на образовании специальных однородных живых веществ в связи с определенными свойствами химической среды, в которой они живут.*

Мы увидим ниже, что для правильного охвата геохимических проблем надо было бы идти дальше вида, принимать во внимание меньше, чем вид или раса, группы организмов. Биологические, экологические и элементарные группы играют огромную роль в геохимической реакции организма, причем для нас исчезает то исключительное значение, которое биолог придает наследственности изменений, важна лишь их неизменность при наличии данных условий.

Образование этих разностей зависит от различных причин как внешней среды, так и внутренних свойств организма, но среди них, несомненно, имеет большое значение и химический состав вида, различный в разных местностях. Едва ли можно сомневаться, что таких указаний немного лишь потому, что явление мало изучено. Ясно, что это явление общее, и не будет ошибочным утверждение, что химический состав таких разностей отличается очень резко от химического состава воды, взятого в целом. Так, например, в старых интересных работах Вебера (1873–1875) над листовницей и буком приведены данные резкого изменения как количества золы, так и ее состава для этих деревьев, растущих на горах и в низинах, причем ход изменения различен для обоих видов растений. Для листовницы по мере перехода ее в низины увеличивается количество золы и в ней калия и фосфора. Для бука количество золы при этих условиях тоже возрастает, но калий, сера и фосфор уменьшаются, а кремний и кальций – по крайней мере в листве – увеличиваются. В этих нагорных и равнинных разностях мы видим пример *экологических разновидностей*, причем геохимически совершенно неважно, что эти различия не передаются наследственно.

Другим, еще более ярким примером может явиться вопрос об образовании новых видов под влиянием химического состава той почвы, в которой живут данные растения. Сейчас мы имеем такие указания для растений, но едва ли можно сомневаться и в значении этого процесса среди насекомых, к объяснению форм которых этот процесс не прилагался. А между тем именно здесь можно ожидать широкого проявления этих взаимосвязей, и, может быть, именно этим объясняется необычайное количество видов этих организмов, превышающее число видов всех других организмов, растительных и животных, вместе взятых.

Среди растений мы имеем случаи образования видов, богатых Mg, Zn, Ca, которые выросли на почвах, богатых этими соединениями, и которые поглощают эти элементы, вводя их в свой состав. В некоторых случаях удалось вернуть эти виды путем культуры в те, которые являются для них исходными. (...)

Эти немногие примеры невольно заставляют относиться чрезвычайно внимательно к составу золы растений и к химическому характеру биологических видов, разновидностей и т.п. Вид, приспособляющийся к особым

химическим условиям среды, всегда меняется морфологически, даже тогда, когда он не сохраняет особые полученные им морфологически отличия путем наследственной передачи.

Становится очень вероятным, что значительная часть видов организмов, в частности растений, являются морфологическими видами, созданными благодаря химическим особенностям той среды, на которой они живут, и того состава, какой они при этом получают (ф. 518, оп. 1, д. 35, л. 33 об.–38).

КОСМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В СВЯЗИ С ГЕОХИМИЕЙ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА

7. Необходимо остановиться еще на одном вопросе, который недостаточно обращает на себя наше внимание.

Среди множества различных противоречий и несвязностей нашего научного мировоззрения невольно бросается в глаза противоречие между тем значением, какое имеет живое и все с ним связанное, и тем малым и ничтожным его проявлением, какое мы видим в окружающем нас Космосе, как только мы удаляемся в нашем научном его изучении от явлений и процессов, связанных с Землей.

В обычной научной работе и реальном научном мировоззрении, с ней связанном, жизнь является как бы исключительно земным явлением, но с этим не может примириться ни наша научная логика, ни философия, ни религия и поэтическое творчество и вообще искусство, которое так сильно влияет на все построения нашего разума.

И чувство этого противоречия есть явление новое в истории мысли. Его не было раньше, когда, с одной стороны, не было правильного представления о размерах Космоса и Земли, а с другой – не сознавалась резкая грань между живым и мертвым. Только при наличии этих обоих условий, когда размеры Земли и Космоса были узнаны и когда принцип Реди получил свой современный облик, могло оно выявиться в полной своей мере.

И вместе с тем, по-видимому, это впечатление преходяще. При углублении в понятие Вселенной и при охвате жизни в геохимическом масштабе оно заменяется новым представлением, значение и характер которого только сейчас начинают перед нами выясняться, и неясно, к какому новому синтезу оно приведет.

Долгое время – в эпоху эллинской и средневековой цивилизации – земной мир казался слишком великим по сравнению с окружающими его небесными сферами. Земля отождествлялась с центром Вселенной, и небеса были близки к человеку и к жизни. Земля являлась вполне соизмеримой с окружающими ее небесными сферами.

Только отдельные мыслители древности подымались до понимания настоящих размеров Космоса. У пифагорейцев и эпикурейцев могли появляться представления о незначительности жизни в безжизненном Космосе, но эпикурейцы, учение которых нам более известно, решали эти вопросы в смысле всюдности жизни в мировом пространстве, ибо они не видели резкой разницы между живым и мертвым, подчиняя все единообразным законам атомистического представления о жизни и о гетерогенезе как обычных явлениях в мировой жизни.

Жизнь и сущность человека не резко отходили от остального живого и не вызывали тех смущающих и тревожащих вопросов, какие возникли в христианском мировоззрении в ту эпоху, когда в XVI и XVII столетиях успехи научного знания вновь поставили – уже перед всем человечеством – вопрос о колоссальных размерах и величии Космоса и ничтожности той пылинки, какую в нем представляет наша Земля.

В это время на первое место выдвинулся человек, тогда как все остальное живое отнюдь не отделялось от мертвой материи, было с ней тесно связано. Изменение положения Земли в Космосе резко нарушило сложившееся, связанное с религией и всем укладом жизни вековое мировоззрение. Здесь новые научные достижения вступили в конфликт с религиозными и философскими идеями, тесно связанными с признанием огромного значения сознания, одной из форм жизни во Вселенной. Идеи христианских, мусульманских, иудейских теологов и мыслителей, теснейшим образом связанные с антропоцентрическими представлениями, всеми своими корнями уходили в древние представления о Земле и Космосе как соизмеримых единицах. Ничтожность Земли подрывала все понимание мировой истории и то значение, которое в религии придавалось проявлению божества на Земле. Этим в значительной мере была вызвана та суровая борьба, которую пришлось вынести новой нарождавшейся астрономии и которая привела к трагической кончине Джордано Бруно и тяжелой судьбе Галилея.

Наметившийся в конце XVII в. перелом в представлениях о гетерогенезе, провозглашение принципов Гарвея и Реди поставили в совершенно новую обстановку, уже с научной точки зрения, и вопрос о распространении жизни во Вселенной. Ограничена ли жизнь, резко отделенная в своем происхождении от мертвой материи, живое, всегда возникающее из живого – *omne vivo e vivo*, только нашей Землей, или же она является мировым, вселенским явлением? Не случайно, но в связи с новыми идеями Гарвея и Реди семнадцатый век широко поставил вопрос о нахождении жизни в бесконечных мирах, бóльших, чем Земля и, может быть, Солнце, которые раскрылись перед человечеством. В 1688 г. вышли в «*Entretiens sur la pluralité des modes*»⁶ очерки ученого секретаря Парижской академии Фонтенеля, своеобразного житейского мудреца того времени и хорошего ученого, которые обратили на себя общее внимание, были переведены на разные языки, переиздавались в течение всего XVIII и даже в начале XIX столетия. Фонтенель проводил в этих очерках идею о тождественности явлений, в том числе и жизни, во всем мироздании. Эта идея была проведена в еще более научной форме глубоким ученым Гюйгенсом в самом конце XVII в. Гюйгенс пытался доказать, что миры должны быть обитаемы и формы жизни должны быть близки во всех проявлениях Мира. Человек, животные и растения должны везде и всюду иметь одни и те же существенные черты. Законы Мира одинаковы – одна и та же геометрия должна господствовать всюду. Высказываемые немногими, эти идеи, несомненно, проникают все научное мировоззрение человека нового времени и получают все большую и большую почву и опору по мере движения и роста нашего научного знания. Идея «вездесущия» жизни проникала философию Лейбница, и едва ли можно сомневаться в том, что через нее она многообразным путем все время сохранялась и жила в той среде, в которой творилась научная работа человечества. В своей «Теодицее» Лейбниц даже

пользуется идеей всемирности жизни для того, чтобы оправдать свою веру в отсутствие в Мире злого начала. Земная жизнь, по его мнению, не охватывает всей мировой жизни, и, взятые в целом, жизнь и судьба живого не являются столь тяжелыми и печальными, какой казалась столь многим на Земле жизнь человечества.

Идеи XVII столетия о всемирности жизни еще глубже охватили XVIII в., живо заинтересовали умы, могущественным образом отразились на всем мировоззрении. Мы можем различать здесь, особенно к середине века, два течения, во многом противоположные. К этому времени, когда окончательно начало побеждать новое представление о Вселенной и фактически теряли влияние старинные идеи о значении Земли, ярко выдвинулась в общем сознании идея малого значения в Мире жизни, живого, тесно связанная с разрушительной критикой основ христианских представлений о Космосе. Для Земли допускались, например в космогонии Бюффона, длинные периоды существования, когда на ней не было жизни. Идею ничтожности по сравнению с огромными безжизненными небесными пространствами развивал Вольтер.

Религиозные мировоззрения всегда – кроме, может быть, некоторых форм буддизма – ставят в центр своего миропонимания человека и проявления жизни. Человек и Земля стоят в центре всякого христианского мировоззрения, – идея о ничтожности Земли и всей жизни подрывала его в самом корне. Но эта идея не являлась в такой форме научным достижением, она была проникнута гипотетическими представлениями, ибо возможно было мыслить об особом значении Земли и человека и при бесконечности Мира. Сюда направилась мысль философов и теологов, она отразилась и на научном мировоззрении, так как могла быть в этой едва затронутой нашей научной мыслью области основываема исключительно на научной почве. Уже в том же конце XVII, начале XVIII столетия мы видим проявление этих идей у Лейбница, а в конце XIX – начале XX в. та же идея особого значения Земли и человека в мироздании обосновывалась – без яркого противоречия с суммой научных знаний – учеными и философами, например А. Уоллесом или Н. Страховым [1]*.

Как и надо было ожидать, теснейшим образом связанное с глубочайшими проявлениями человеческого бытия религиозное понимание Мира нашло себе здесь исход и форму выражения и при признании космического ничтожества Земли, жизни, человека.

Но оно удовлетворяло немногих. Наряду с ним получило новые формы и усилилось то настроение неудовлетворенности краткотечностью жизни, которое временами охватывало широкие слои общества и никогда не исчезало у отдельных личностей. И если раньше это чувство, так ярко проникающее Гомера, было связано с краткотечностью земной жизни, которая в своем значении представлялась величайшим благом, в новых настроениях начинает играть роль новое сознание ничтожности этой жизни самой по себе в холодном и бесстрастном космосе. Ярко сказываются эти переживания в различных произведениях художников всех народов нового времени, после нового астрономического представления о Мире – например, в стихотворениях в прозе Тургенева.

* Римские цифры в квадратных скобках – см. раздел «Дополнения», помещенный после основного текста (стр. 245).

Почва для таких настроений особенно упрочилась, когда в конце XVIII столетия, в значительной мере усилиями В. Гершеля и его сестры, К. Гершель, Мир раздвинулся до таких размеров и принял такие формы проявления, которые превысили все представления после времени Галилея. В первой половине XIX в. работами Аргеландера, Бесселя и Струве была создана звездная астрономия и получены первые числовые данные о размерах Вселенной. Казалось, жизнь совершенно исчезла в грандиозной картине развернувшихся космических процессов. Одновременно с этим представлением в том же XVIII в. развилось и другое течение, переносившее жизнь и живое на всю Вселенную. Оно получило разные формы и вначале не имело того глубокого влияния на научное мировоззрение, какое благодаря сложности процесса развития идей получило представление о малом значении жизни и духовного начала в мироздании. Но мне кажется, присматриваясь к истории идей, можно заметить глубокое проникновение этих представлений и увеличение их реального значения в научной мысли. В XVIII в. эти идеи, с одной стороны, ярко сказались в спиритуалистической космогонии Свенденборга, связанной с новой попыткой религиозного творчества, а с другой – к концу века привели к гилозоистическим представлениям натурфилософии, в частности к представлению о мировой душе Шеллинга, приведшей в конце концов к чрезвычайной абстракции понятия жизни, лишавшей ее, как указывалось ранее, всякого значения для научной работы.

Но это следствие не было заметно современникам. Шеллинг в этих вопросах вновь восстанавливал мысль Лейбница и, согласно нашим современным научным представлениям, признавал основами понимания Природы единство физических сил и единство жизни. Жизнь есть всеобщее явление, она распространена по всему Миру, она есть «всеобщее дыхание Природы». Это обобщение оказалось бесплодным в науке не потому, что оно было неверно, но потому, что в то время, хотя из него можно было сделать – и были сделаны – все логические выводы, приведшие к чрезвычайному абстрагированию и расширению понятия жизни, в науке не было никаких путей для изучения космических проявлений жизни.

Не имея путей для исследования проявлений жизни в Космосе, натуралисты перестали принимать во внимание ее в нем существование.

К концу XVIII в. в области научных идей стали господствовать представления о безжизненности Космоса. Они получили особое значение благодаря росту значения в научном мировоззрении новых космогоний, широко распространенных в ту эпоху. Новые космогонии были охвачены математическим анализом и механикой и были приведены в связь с теми отраслями научного знания, которые пользовались теми же понятиями. Явления жизни оставались вне этого движения. В связи с этим, стоя в согласии с научными достижениями века, они дали картину Мира, игнорируя существование в Мире жизни и живого. Этим одним научные космогонии очень резко отличаются от более ранних космогоний мифотворческого периода, всегда проникнутых жизнью или пытающихся объяснить ее происхождение. В общем такой характер космогонии сохранила до самого последнего времени даже и космогония Аррениуса, где жизнь принята во внимание. Несомненно, и сейчас есть космогонии иного характера (...) связанные с теистическими представлениями о мироздании (например, космогонии новотомистов и т.п.), но они не вли-

яют на ход научного мышления, хотя иногда и стоят на уровне современного научного знания. Они не меняют общую картину.

Ввиду значения научных космогоний в научном мировоззрении, непрерывно принимавшихся за научные достижения, в науке постепенно зародилось сознание, что малое значение жизни в мироздании является выводом из научных исследований. Нетрудно убедиться, что наука не дает нам ни малейших указаний для подобного рода заключений. Космогонии всегда представляют экстраполяционные формы мышления, ибо из множества происходящих явлений они принимают за существенные и действенные лишь немногие. Из них они строят Мир и делают выводы из комбинации одновременного существования выбранных ими явлений. Если бы они приняли во внимание некоторые из тех явлений, которые ими оставлены в стороне, все выводы, ими достигнутые, получили бы совершенно иную форму и дали бы нам другие представления о Мире. Совершенно ясно, что представления о Мире, в которых отсутствует проявление сил электрических, как это имеет место почти во всех космогониях, не могут давать нам верную картину мироздания. То же надо сказать и о представлениях, в которых отсутствуют проявления жизни и живого. Они не приняты космогониями во внимание не потому, что наука доказала их малое значение в мироздании, а потому, что человеческая мысль не умеет придать им для этого удобную форму изучения, как явлениям электрическим или магнитным.

Наряду с космогониями и связанным с ними научным миропониманием к тому же самому приводит натуралиста и господствующая сейчас форма механистического миропонимания, рассматривающая Вселенную как результат столкновения слепых сил – явлений Случая. Это мировоззрение имеет корни своих представлений более глубокие, чем идеи научных космогоний, – оно основывается на той картине Мира, его материальной пустынности, которая перед нами раскрывается при индуктивном изучении окружающей нас природы.

Недавно, незадолго до своей смерти, ярко выразил эти верования крупный, недостаточно оцененный ученый-мыслитель Н.А. Умов (1846–1915). Я говорю «верования», ибо и это мировоззрение Случая всецело основывается на экстраполяции, подобно тому, что мы указывали как характерную черту всех космогоний. Больше того, подобно космогониям, оно не выходит за пределы нашего современного знания и возможного, нами не предвиденного его расширения в будущем.

Учитывая материальную пустынность Вселенной, Умов (1912) считал, что вся Земля составляет $1/300\,000$ планетной системы, а вся планетная система материально занимает не более $1/10$ всего планетного пространства, считал, что в этой $1/300\,000$ планетного пространства жизнь занимает ничтожную долю по весу и по объему. Все остальное пространство безжизненно.

На этом основании он предполагал, что жизнь есть событие Вселенной, имеющее ничтожно малую вероятность возникновения. «В этом мы находим объяснение неуловимости в мертвой материи тех признаков, редким сочетанием которых творится жизнь». Взятая с точки зрения Космоса, «жизнь вообще, тем более жизнь неделимого, есть *quod est negligibile*. Жизнь есть пасынок Природы».

Это представление существует только при признании проявлений мироздания как простого столкновения однородных и независимых, случайных явлений. Кто может научно утверждать, что такое миропонимание, которое, может быть, можно подвести к научно известному нашего времени, является реальным выражением нас окружающего?

8. Для того чтобы ответить на этот вопрос, надо ⟨...⟩ попытаться – не строя широких теорий и не делая предположений раньше изучения подлежащих наблюдению фактов – попытаться изучить явления космического проявления жизни, если они существуют, так же как мы изучаем ее проявления на Земле.

До последнего времени это сделано не было. Лишь во второй половине XIX в. к вопросу о жизни вне Земли начали подходить в научных изысканиях. Но интерес к нему еще очень слаб, и можно сказать, что весь вопрос почти всецело остается областью, в которой царит философия и примыкающая к ней, не менее чем к науке, научная космогония. В огромном большинстве случаев, когда этого вопроса касаются в науке, мы видим скорее проявление отражений философских или религиозных верований и космогонических достижений, чем результатов точной научной работы. Из философии и из космогоний получают ученые материалы для суждения о жизни вне нашей Земли, и такими элементами проникнуто научное мировоззрение.

Мы имеем лишь в двух областях знания сейчас попытки научной работы в этой области, независимые от философских или космогонических воззрений. Одна связана с энергетикой живого вещества, другая с планетологией.

При изучении планет встретились на Марсе с явлениями, для объяснения которых, помимо каких бы то ни было философских или религиозных воззрений, возникало представление, как научная гипотеза, о существовании жизни на Марсе. Эти явления главным образом связаны с нахождением на Марсе атмосферы, содержащей пары воды, и с изменением облика его поверхности в зависимости от положения его по отношению к Солнцу, указывающее на таяние и выпадение снега. Впервые в 1867 г. Гюйгенс наблюдал в атмосфере Марса спектральные линии воды, и эти работы были подтверждены Жанссеном и Фогелем. Фогель указал, что атмосфера Марса схожа с атмосферой Земли и богата водой. Но все эти наблюдения получили значение только после работ Скиапарелли (1870–1880), объяснивших изменение вида околополярных стран Марса в разные времена года выпадением и таянием снега. Наблюдения Скиапарелли обратили внимание на каналы Марса, открытые впервые Доусом в 1864 г., и в связи с ними подняли вопрос о существовании на Марсе организмов, одаренных разумом и способных производить гидротехнические работы. Под влиянием этих идей в культурной истории человечества изучение Марса составило любопытное и своеобразное течение, которое отразилось на новом типе работ, например в обсерватории Ловелла и др., привело к художественным воспроизведениям жизни на Марсе, например, столь противоположным, как романы Уэллса и Лассвица, и, наконец, вызвало стремление вступить в контакты с жителями Марса, возбудило работу изобретателей в этом направлении, отразилось на сознании человечества. Во всем этом движении любопытно одно бессознательное течение, которое проходит через всю сложную историю этих исканий, – сознание единства живого вещества, предпосылка, что те организмы, которые населяют Марс, одного

типа с земными организмами, подобно тому как однороден химический состав небесных тел с составом Земли.

Для Марса вопрос идет не об однородности только соединений, но и об однородности химических планетных оболочек и ее соединений, по крайней мере для атмосферы.

Одно время большой шум наделали наблюдения Слайфером хлорофильных полос в спектре атмосферы Марса. Эти наблюдения казались правильными таким биологам, как Тимирязев, Белерини, но дальнейшие работы не подтвердили этих утверждений (Арциховский, 1912). Совершенно в связи с этим направлением мысли идет и предположение о существовании разумных существ на Марсе. Предполагается возможность контакта с ними, так как строение их разума должно быть идентично со строением разума человека, одна должна быть у них наука и одни должны быть понимания окружающего. На этом основном предположении строятся все соображения о возможности сношений с разумными обитателями Марса.

Мы видим здесь, что, приступив во второй половине XIX столетия к конкретному изучению космической жизни, наука сразу стала на ту точку зрения, которая так ярко была указана как научно правильная на 200 лет раньше в «Космотеоросе» Гюйгенсом.

Хотя мы до сих пор не имеем неопровержимо точных доказательств существования жизни на Марсе, не только разумной, но даже жизни вообще, все же мы чрезвычайно близко подошли к ее признанию. Существование жизни на Марсе очень вероятно. Здесь, несомненно, наука подошла вплотную в конкретном случае к вопросу о проявлении жизни вне Земли, и ясно, что этот вопрос уже не сойдет с научного горизонта. К чему он приведет в конце концов, мы не знаем, но нельзя не отметить, что есть научные попытки искать проявления жизни и на других планетах, например Венере, может быть, Нептуне и Уране, у которых предполагается существование воды. Другими словами, упрочается идея, что жизнь есть определенная стадия эволюции планет, как это, например, ясно высказывает Ловелл.

Нельзя сомневаться в плодотворности этой идеи и отрицать, что она стоит в согласии с одним из возможных способов понимания явлений, открываемых геохимией.

9. Гораздо более общее значение имеет распространение жизни вне Земли в связи с углублением в энергетику живого. К этим вопросам мы подошли почти одновременно, немного, может быть, позже, чем с проявлением жизни на Марсе. Для Марса вопрос встал в конкретной форме в 1888 г. – после того как Скиапарелли опубликовал свои наблюдения над каналами, хотя еще и раньше периодические изменения цвета поверхности планеты вызвали к жизни гипотезу о существовании на Марсе растительности.

Явления энергетики жизни обратили на себя внимание в связи с тем движением мысли, которое связано со значением второго принципа Карно, и с теми последствиями, какие имеет для мироздания энтропия Клаузиуса. Медленно входило в сознание натуралистов и физиков представление, что в жизненных процессах мы имеем одни из немногих процессов в Природе, которые совершаются всегда в сторону, противоположную энтропии Мира. В XX в. из этого положения вывел не только земные, но и космогонические последствия Бергсон, а вскоре на этом явлении Ауэрбах попытался создать теорию жизни,

создав понятие эктропии, обусловленной жизнью, – противоположной энтропии сущности Вселенной.

Не только с философской, но и с научной точки зрения ясно, что такой резко противоположный всем остальным физическим процессам Природы энергетический характер жизненных процессов не может быть связан только с Землей – он должен иметь мировое значение. Жизнь – при этих условиях – должна быть космическим явлением. Она не может быть делом случая.

10. Эти первые достижения лишь начало проникновения человечества в новую область знания. Они еще пока мало повлияли на научную мысль. Но они заставляют нас внимательно присматриваться к проявлениям космической жизни – искать их везде, где есть для этого малейшая возможность.

До сих пор малые успехи в этой области в значительной мере зависят не только от трудности научной работы, но и от того, что мысль исследователей не привыкла считаться с этими явлениями. Она проходит мимо них, их не видя, оставляя их всецело в удел философам и мечтателям.

И очень вероятно, что будущий историк мысли увидит в некоторых оставляемых нами без внимания мечтаниях и идеях, которые имеют место в человеческом сознании, другое, чем видим мы. Может измениться, например, понимание идей сведенборгианцев или Ш. Фурье в XIX столетии о влиянии обитателей других миров на человеческую жизнь или тех следствий, которые выводят из изучения психических явлений такие ученые, как Лодж. Очень возможно – как это не раз наблюдалось в истории науки – в этих нам чуждых и нами отбрасываемых как ненужные исканиях больше приближения к знанию будущего, чем в нашем обыденном научном мировоззрении.

Но, оставляя в стороне эти крайние и резко нас поражающие возможные проявления закрытой для современников работы научного творчества, в целом ряде научных областей мы, несомненно, подходим к постановке той же самой проблемы. К числу таких областей относится и геохимия.

В ее проблемах мы подходим к необходимости признания существования космической жизни, причем этот подход неизбежно вызывается учением о живом веществе. В научных попытках считаться с космической жизнью, указанных раньше, мы видим проявления двоякого рода. С одной стороны, при изучении Марса мы сталкиваемся с конкретным изучением проявления этой космической жизни. С другой – в учении об энергии мы видим проявление тех свойств живого, которые связаны с живым как с комплексом явлений, охваченных статистическими законами.

Оба эти проявления космической жизни вытекают из изучения геохимических процессов.

Необходимость признания космичности жизни вытекает из того положения, что живое является необходимым звеном в цепи минеральных процессов в земной коре, и в частности, в истории всех химических элементов.

Нельзя сомневаться, что состав земной коры не является случайным явлением, единичным фактом в истории Земли. Этот состав и образующиеся в земной коре и на Земле минералы являются по крайней мере *планетным явлением* и должны как таковые повторяться и в других местах пространства.

На это указывают однообразно столь разнородные явления, как: 1) характер самого валового химического состава земной коры, 2) характер элементарного состава небесных тел, открываемый изучением их спектров, 3) со-

став метеоритов и космической пыли и 4) наблюдения некоторых планетных явлений, как указанных раньше для Марса.

Все они приводят однообразно к одному и тому же выводу, что химический состав земной коры, а следовательно, и происходящие в ней геохимические процессы не являются единичным явлением, свойственным нашей Земле, но представляют проявление общих свойств если не Вселенной, то по крайней мере планетной системы.

Странный элементарный состав земной коры обращал на себя внимание немедленно после того, как он был установлен. Его пробовали связать с геогеническими воззрениями и космогониями, так как в нем явно преобладают, за исключением железа, да и то не очень тяжелого, легкие элементы – элементы первых строк периодической системы элементов. Но эти наблюдения мало давали указаний на связь состава земной коры с какими-нибудь такими общими явлениями, которые выходили бы за пределы земной жизни. Такая связь была выявлена только после того, как стало нам ясным значение атомного числа для понимания свойств химических элементов.

Гаркинс (1917) впервые установил факт, что в составе земной коры резко преобладают химические элементы с четным атомным числом. Объяснить это преобладание какими бы то ни было земными явлениями мы не видим возможности, тем более что в еще более резкой форме эта особенность проявляется в составе метеоритов, согласно указанию того же Гаркинса.

Мы можем объяснить, таким образом, состав земной коры только тем, что он связан с составом небесных светил, одним из которых является наша Земля. А в тесной связи с этим составом и неразрывным звеном во всех перемещениях в земной коре химических элементов является живое вещество. И оно благодаря этому, очевидно, не может быть только земным явлением.

На то же указывает и химический состав небесных светил. Он оказался идентичным по составляющим его элементам с составом Земли. Окончательно это выяснилось работами Хеггинса в 1860-х годах. Отсюда мы можем заключить и о том, что химические явления, происходящие на нашей Земле, не имеют характера чего-то особенного и единичного. На то же самое указывает и то, что наша Солнечная система по своему химическому характеру входит в определенную группу звезд, обладающих одинаковым спектром, т.е. одинаковым химическим составом, и связанными с этим законностями.

Изучение космической пыли и метеоритов, несомненно, при большом различии указывает и на многие аналогии и сходства. Первые впечатления были такие, что мы здесь имеем минералы, которые не встречаются в земной коре. Однако сейчас почти все минералы, характерные для метеоритов, найдены и в земных условиях. Едва ли можно сомневаться, что в конце концов будут найдены и все остальные, так как все нас убеждает, что метеориты по своему минералогическому характеру отвечают или глубоким частям земной коры, или даже слоям Земли, лежащим ниже земной коры, которые мало изучены на Земле и появляются в ней редко. Эти идеи Добре, мне кажется, приобретают все большее значение, после того как впервые Норденшельд доказал земное происхождение никелистого железа с о-ва Диска. Изучение метеоритов (и так называемой космической пыли), таким образом, как будто указывает нам на общую закономерность геохимических явлений и их повторяемость в разных планетах. Несомненно, эти доказательства все еще недостаточны,

так как мы видим многие черты строения метеоритов (например, хондровое строение), которое до сих пор не наблюдалось в земной коре, еще существуют гипотезы – хотя и очень мало поддерживаемые – о внепланетном происхождении метеоритов или, наоборот, о их связи с прошлой историей Земли. Но эти гипотезы связаны не с научными, а с космогоническими указаниями. Изучение реальных факторов сближает метеориты с Землей, но не дает оснований видеть в них в той или иной форме земные продукты.

Наконец, мы имеем некоторые указания на тождественность химических процессов и в наблюдении планетной астрономии.

Поэтому все, что мы можем вывести о значении живого вещества в геохимических процессах Земли, мы можем в значительной степени вероятности считать правильным и для космических пространств того же химического состава и аналогичных физических условий.

Из изучения геохимии вытекает, как мы увидим дальше, с совершенной ясностью, что живое вещество является не случайным, а необходимым фактором в очень многих геохимических реакциях, в истории всех химических элементов. Все эти процессы шли бы совершенно иначе, если бы живого вещества не было, причем такая необходимость участия живого вещества наблюдается на протяжении всей геологической истории. Имея в виду, что жизнь теснейшим образом связана с проникновением лучистой солнечной энергии на поверхность нашей планеты, мы должны, мне кажется, логически вывести из всего этого, что она не есть единичное явление на нашей планете, но отвечает *планетному явлению*, и таким же будет ее необходимое участие в геохимии всех химических элементов.

В законах геохимии мы имеем проявление законов планетной химии. Аналогично атмосфере и биосфера не есть принадлежность только одной нашей планете.

Исходя из этих соображений является действительно необходимым обращать внимание на значение живого вещества в истории тех минералов и их ассоциаций, которые наблюдаются в космических телах, приходящих к нам из небесных пространств. По-видимому, мы до сих пор имеем дело с самыми отдаленными продуктами жизни, связанными с биосферой – если они связаны – очень сложным путем. Однако задача эта до сих пор не была охвачена в целом, и, может быть, ее систематическое изучение приведет и к другим выводам.

Еще более данных должно дать нам изучение живого вещества по отношению к энтропии и вообще к энергетической проблеме жизни. Ибо до сих пор эта проблема не могла быть сколько-нибудь систематически затронута, ибо до сих пор не было учтено значение живого вещества, взятого в целом в геофизике земной коры. Мы впервые подходим к этому в геохимических проблемах. Только после того как это будет сделано, мы сможем оценить жизнь как фактор, меняющий мировую энергию, наряду с теми факторами, которые действуют в противоположном направлении.

11. Сейчас выясняется еще одно космическое проявление жизни, тесно связанное с геохимическим изучением живого вещества, которое до сих пор не обращало на себя внимания.

Оно тесно связано с тем изменением картины Вселенной, которое мы сейчас переживаем.

Сейчас, несомненно, рушится в человеческом сознании то представление о ничтожности земной пылинки в мироздании, на значение которого с точки зрения изучаемых явлений я только что указывал. Это изменение нашего мировоззрения происходит для нас совершенно неожиданно под влиянием тех изменений, которые претерпевает наше понимание пространства, времени, тяготения, когда новые идеи Эйнштейна (1905–1914) начинают все глубже проникать нашу научную мысль и сказываться в нашей научной работе.

«Пустынность» Вселенной, так поражающая нашу мысль и наше чувство по отношению к весомой материи, и еще большая пустынность по отношению к жизни существуют только тогда, когда существуют абсолютное пространство, абсолютное время, эфир, отличный от весомой материи, и резко отличная от материи энергия в ее разнообразных проявлениях.

Но как только реальное существование этих независимых друг от друга и как бы могущих существовать отдельно составных частей, на которые наша научная мысль разлагает сейчас Вселенную, окажется поколебленным, исчезнуть должно и основанное на них чувство ничтожности нашего земного Мира в безграничной Вселенной и в ней едва рассеянного еще меньшего значения жизни, живого вещества.

Сейчас очень трудно дать выражение тому новому взгляду на Мир, какой перед нами начинает складываться. Для этого еще нет слов и нет связанных с ними представлений. Мы имеем скорее отрицательные указания: нет эфира, который заполнял в нашем представлении пустоту, занимавшую почти все пространство, нет пространства, независимого от времени и нет времени, независимого от пространства, нет всемирного тяготения как силы или как формы энергии, всякая геометрия имеет реальное основание, а не является идеальным созданием нашего разума. Меняется понятие бесконечности и безначальности, и относительные размеры и относительные промежутки времени – большие и малые – теряют в Космосе то значение, какое придает им антропоцентрическое мировоззрение современной науки. Но нельзя не отметить, что это антропоцентрическое представление не совпадает с тем реальным выявлением Космоса, который охватывается научной работой и научной мыслью исследователя Природы.

Нельзя отрицать, что новое мировоззрение, вносимое теорией относительности в понимании Эйнштейна, ближе к реальным представлениям, которые составляют содержание наук о природе, чем те отвлеченные представления о Мире, которые выработаны физиками. Несомненно, теория относительности в этом смысле является поворотом в сторону того понимания Космоса, которое проникает научную работу натуралистов-эмпириков, и разрушения того, что основывалось на вековой работе физиков XVII–XIX столетий, и связанных с ним построений математической физики. В этом ее глубокий интерес и с точки зрения исторического хода человеческого мышления.

Мир является для нас реальным объектом как целое, свойства которого могут в известной степени познаваться геометрией – наукой, основанной на эмпирическом проникновении в реальную природу. Он представляет нечто единое, и свойства его зависят от места, в нем изучаемого. Его проявлениями являются радиация, материя и энергия, разделение которых друг от друга так же мало возможно, как и разделение абсолютных пространства и времени друг от друга. Радиация, материя и энергия – и, возможно, проявления жиз-

ни, если подтвердится ее космическое значение, – заполняют все доступное нам окружающее Реальное – космическое пространство и связанное с ним время.

До сих пор мы изучали небольшую часть Космоса и в ней встретились с чрезвычайно характерной особенностью, что она в своих геометрических свойствах приближается к той геометрии, законы которой были выведены Евклидом, если только мы примем и время за одну – четвертую – координату этого геометрического представления. Это является следствием того, что мы нигде не встречали до сих пор больших скоплений материи, которые нарушали бы те явления, которые мы изучаем в Космосе. И постольку, поскольку в нем нет больших скоплений материи, можно безопасно изучать окружающее Реальное как проявление евклидовой геометрии. Но наше убеждение, что в Космосе не встретится таких случаев, когда евклидова геометрия перестанет отвечать его свойствам, основывается исключительно на том, что мы до сих пор таких мест не встретили, – но мы нашими методами научного искания охватили лишь ничтожную часть Вселенной. Может быть, в ней найдутся места, где нельзя будет с точностью современной научной работы руководствоваться этой геометрией, а надо будет искать или применять иные геометрические представления.

В некоторых научных вопросах мы уже с этим встретились, но в формах, очень мало отклоняющихся от евклидовой геометрии. Этот подход к реальным противоречиям с нашей обычной геометрией и представляет ту характерную черту, которая придает нашему веку глубочайшее значение в истории человеческого сознания.

12. Отсутствие больших концентраций материи во Вселенной является реальным фактом, сохраняющим все свое значение, как мы видим, и при переходе на путь, открытый человечеству Эйнштейном.

Однако отсутствие таких концентраций отнюдь не отвечает нашим обычным идеям о пустынности Вселенной. Эта идея о пустынности Вселенной, по-видимому, является следствием того материала, который доставляет нам астрономия. Мы знаем, например, какой пустыней с этой точки зрения представляется нам звездный мир, но в нем мы можем изучать лишь ничтожное количество заполняющих его тел, дающих более или менее яркий свет. Пустынной, хотя в значительно меньшей степени, представляется нам и наша планетная система (ф. 518, оп. 1, д. 53, л. 57–70).

13. В таком астрономическом представлении о Море мы оставили в стороне огромное количество мелких телец – газообразных, жидких и твердых, переполняющих пространство и не улавливаемых ни инструментами, ни методами работы астрономии.

Материя обладает чрезвычайно характерным свойством занимать пространство, распадаясь и распыляясь – она испаряется, диффундирует в окружающее пространство, и едва ли есть место в Космосе, где бы мы не встретили эти частицы материи, причем те изменения, какие сейчас претерпевают наши воззрения о материи, указывают на то, что при такой дезагрегации материи выделяются не только материальные частицы – молекулы или атомы, но и энергетические частицы – электроны или тому аналогичные образования.

Все пространство ими проникнуто, причем можно различить по характеру их образования и их свойств две формы материальных частиц, если мы

оставим в стороне частицы электричества – твердые и жидкие (пыль) и газообразные.

Пылевые частицы по своим размерам дают нам все переходы от планетных тел, изучаемых в астрономии, до мельчайших обломков, переходящих в размеры, приближающиеся к размерам больших молекул. По мере того как увеличивается наше знание, увеличиваются и наши представления о значении этих мельчайших частиц в структуре мироздания, всего мироздания, а не только Солнечной системы. Мы вынуждены признавать их всюдность и их чрезвычайное количество. Из всех космогоний впервые только, кажется, космогония Аррениуса приняла в достаточной мере во внимание существование этих мелких частиц и сделала из него соответствующие выводы. Но значение, какое придавал им Аррениус, еще более увеличивается в новых указаниях, которые получаются сейчас в связи с явлениями радиоактивности и новыми строениями материи, например в космогонических набросках Перрена (1919–1920) в связи с космогонической историей химических элементов.

Уже одна эта космическая пыль совершенно меняет все наши представления о пустынности Вселенной. Но не меньший удар им наносит другая сторона материального строения Космоса, проясняющаяся только с конца второй половины XIX столетия.

Это те новые указания, какие дают нам изучение атмосферы вокруг небесных светил и связанные с ними космогонические представления о передвижении газов. Для них выясняются непрерывно происходящее передвижение газовых частиц в Космосе, их переходы от одного светила к другому, потеря одних атмосфер и рост других. Эти идеи о газовом обмене между планетами, развитые впервые, кажется, Стонеем, имеют в геохимии такое значение, что с ними приходится считаться в истории легких элементов, например водорода или гелия. Постоянное образование в земной коре гелия и водорода радиохимическими процессами заставляет нас еще более считаться с этим явлением. Ибо мы не можем не обращать внимание на чрезвычайное распространение этих газов в звездных мирах.

Эти мельчайшие части материи, рассеянные во всем Космосе, получают особое значение с точки зрения новых идей, входящих в наше сознание благодаря обобщению Эйнштейна. Ибо на их границах идут особые проявления и радиаций и энергии, составляющие для нас реальность Мира. И в то же время распыление материи противодействует ее концентрации, нарушающей евклидову геометрию Вселенной.

На этом явление не кончается. Мир переполнен не только осколками молекул – атомами, но и осколками атомов – ионами, электронами. Весьма вероятно, что мы имеем в нем и такие тела, как те ядра водорода с одним электроном, которые, по предположению Резерфорда (1920), обладают таким свойством прохождения через материю, которое делает невозможным их удержание в каком бы то ни было сосуде. Для нас они будут частью пустоты!

И газовый обмен Земли с другими планетами, и проникающая небесные пространства космическая пыль не являются безразличными с точки зрения геохимической истории живого вещества. На Земле одним из важнейших источников водорода являются биохимические процессы. Организмы же связывают и переводят в соединения поступающий на Землю водород. Явления

газового обмена между планетами мало до сих пор разработаны, но тем более они заслуживают сейчас нашего внимания.

Вероятно, еще большее значение имеют организмы для космического обмена в форме твердой пыли, и, таким образом, как мы увидим ниже, «живая материя» является тем агентом земной коры, который приводит твердую материю в наибольшее распыление. Очень вероятно, что значительное количество теряемой нашей планетой пыли могло на ней образоваться только благодаря живой материи.

Она же задерживает на земной поверхности – благодаря растительности и характеру почвы, зависящему от ее свойств в самой сильной степени, – постоянно падающую на Землю космическую пыль.

Таким образом, мы видим, что эти отношения должны изменяться в сторону меньшей пустынности в значительной мере в связи с увеличением космического значения живого вещества.

Но это не означает, чтобы «пустыньность» Вселенной не существовала, ибо очень вероятно, что отношения материи и пустоты Вселенной того же порядка, как отношение пустоты к атомам материи или электричества в химических элементах, строящих всю материю, в том числе и живую.

Пустыньность исчезает в другом смысле – в том смысле, что жизнь не является случайным явлением в мировой эволюции, но тесно с ней связанным *следствием*. В этом смысле мы можем проследить в новейших работах физиков и астрономов намеки на новые, будущие построения Космоса. Сейчас они не имеют еще вполне обработанного выражения, но высказываются в печатных работах случайно и между прочим. В действительности эти случайно брошенные выражения указывают нам на происходящее сейчас большое изменение мысли.

Они связаны с тем, что эволюция космических миров связывается с эволюцией химических атомов как химических элементов, причем образование химических элементов, строящих организм, получающееся в результате этого процесса, рассматривается как подготовка жизни. Ярко выразил эту мысль на съезде Британской ассоциации осенью 1920 г. Эддингтон: «В звездах материя претерпевает первоначальное брожение для изготовления большого разнообразия элементов, которое необходимо для мира жизни». Ту же, по существу, мысль о значении космического процесса для будущих явлений жизни – в другой форме – провозглашают Перрен и другие (ф. 518, оп. 1, д. 53, л.70–72).

ЧЕЛОВЕЧЕСТВО КАК ЧАСТЬ ОДНОРОДНОГО ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА

14. При том способе изучения биогеохимических явлений, который нами положен в основу нашей работы, очевидно, не требует особых разъяснений необходимость включения человечества, всех людей, как равного явления со всеми прочими проявлениями жизни, в круг изучения живого вещества.

Будем ли мы рассматривать совокупность всех людей как одно видовое однородное живое вещество, разделим ли мы его на расовые однородные живые вещества – все равно несомненно, что вещество, захваченное человеком во время его размножения и жизни, входит как часть в общую геохимическую

работу животных организмов. К нему применимы все те законности и все те правильности, которые найдены для других – растительных или животных – однородных живых веществ.

Если тем не менее я считаю необходимым остановиться здесь на этом включении в цикл других явлений и всей совокупности людей, то делаю это потому, что благодаря историческому ходу развития мысли натуралист нередко выключает человека из других явлений природы, привыкает противопоставлять природу и человека и благодаря этому в значительной степени искажает то представление о природе, которое лежит в основе его научной работы.

В то же самое время, включая человечество в состав живого вещества, геохимически меняющего процессы, идущие в земной коре, мы, несомненно, сталкиваемся с новыми, ранее нам неизвестными свойствами живого вещества [II].

Этим до известной степени объясняется проявляющееся иногда бессознательно стремление исключить человека из той картины природы, которая охватывает натуралиста во время его научной работы.

Это стремление есть явление новое в истории культуры. Человек на ранних ступенях развития не отделял себя от остальной живой природы. Он теснейшим образом чувствовал свою генетическую, неразрывную связь со всем остальным органическим миром, и это чувство охватывает некоторые из глубочайших проявлений религиозного творчества – религии древней Индии, и в частности одну из наиболее высоких форм человеческого достижения в этой области – буддийские религиозные построения.

Им охватывались отдельные мистические и глубоко религиозно настроенные люди и других религий – христианства, мусульманства, языческих религий. Глубоко проникнут им был св. Франциск Ассизский, называвший всех животных, даже малейших, братьями и сестрами и их таковыми чувствовавший.

Веками и поколениями, сложным долгим историческим путем, который мы в значительной мере можем проследить, выработал в себе отчуждение от остальной живой природы культурный человек Передней Азии и Западной Европы. Из построений религии, философии, из созданий поэтического творчества это настроение охватило и его научную работу. Но оно не вытекало из его научных достижений, не связано с его научными обобщениями, дающими нам картину Космоса, оно является в научном мировоззрении чуждым и ненужным. И культурный человек, человек науки, постоянно теряет его, отходит к извечным навыкам человечества, неразрывно связывающего себя с остальными проявлениями жизни.

В ряде великих поэтических произведений выявляется точная связь всего живого, в описаниях переживаний окружающей природы, сделанных учеными исследователями много раз в красивых и ярких образах, выходило наружу это древнее чувство, охватывающее натуралиста, противоречащее привычному взгляду на природу и на человеческое как на чуждые, могущие быть противопоставленными сущности. Это чувство мы находим не только в образах великого поэта и натуралиста Гете, видим его в превосходных картинах тропической природы Гумбольдта и в тысячах других произведений художественного и научно-художественного творчества. Мы все его переживаем.

Всякий, кто сталкивался с природой, стремясь проникнуть в ее проявления, переживал это теснейшее чувство связи человека со всем живым, являющееся бессознательным отражением реального явления. Среди роскошной природы юга или холодных стран севера, в пустыне, на берегу великой реки или океана, или вдали жилья в степи, лесу или среди воды – всегда, когда человек оказывается одиноким, его неизбежно охватывает чувство своего сродства со всем живым, он противопоставляет себя и человечество не со всей природой, но с мертвой материей. Бесконечны оттенки и проявления этого чувства, как бесконечны проявления жизни, и могущественно, хотя и не осознанно их влияние, реально существующее, хотя и невысказываемое публично во всем научном творчестве человека.

Удивительным образом – хотя со второй половины XIX в. благодаря победе трансформистских идей в биологии это сознание неразрывной связи человека со всей остальной тварью явилось одним из краеугольных камней, стало *credo* современного ученого – оно не отразилось в такой мере, как можно это было думать, на его текущей научной работе, и все еще слаба связь достижений и обобщений наук гуманитарных и наук естественноисторических. В частности, это сказывается в том, что человеческая культура в ее историческом развитии до сих пор не сознается как естественноисторическое проявление жизни на нашей планете, и то видное всем и бросающееся в глаза изменение Лица Земли, которое сейчас производится человеком, не учитывается как одно из проявлений геологической истории Земли, того же самого в основе своей характера, как явление денудации, горообразования или выветривания. Измененная культурой земная поверхность не есть что-то чуждое природе и в ней наносное, но есть естественное и неизбежное проявление жизни как природного процесса.

Включение человечества в круг других однородных живых веществ и является выражением в научной форме этого убеждения, которое кажется мне неизбежным по отношению к геохимическим процессам.

При этом мы сразу сталкиваемся здесь с новыми последствиями. Эта новая форма однородного живого вещества – человеческого однородного живого вещества – резко отличается от всех остальных однородных живых веществ, во-первых, интенсивностью все увеличивающегося с ходом времени своего геологического эффекта и, во-вторых, тем влиянием, какое им производится на все остальные живые вещества.

При изучении геохимического значения человечества как однородного живого вещества не может сводить его целиком к весу, составу и энергии. Мы сталкиваемся с новым фактором – *человеческим сознанием*.

Я вернусь к этим явлениям и к выяснению геохимического значения человечества в одной из следующих глав; здесь же необходимо вкратце остановиться на том изменении, которое человек производит своей деятельностью в структуре остального живого вещества, поскольку это сказывается в геохимических процессах.

15. До сих пор мы почти оставляли в стороне те изменения, которые вносятся в обмен природы, в том числе и в характер ее живого вещества, человеком.

А между тем это изменение, резко сказавшееся со времени создания им земледелия и скотоводства, все увеличивается за последние 10–15 тыс. лет, и

темп такого изменения становится все более и более быстрым и глубоко проникающим в строение природы.

Облик земной поверхности сделался благодаря влиянию человека неузнаваемым. Очевидно, исходным предметом изучения геохимии должен делаться именно этот, измененный человеком, облик природы, а не тот, который существовал до начала цивилизации человека, в даунский или близкий к нему период четвертичной эпохи, ибо тот облик мы не сможем изучать непосредственно. Я уже касался этого вопроса, когда говорил о культурных сгущениях живого вещества на земной поверхности. При образовании культурных сгущений меняется и характер живого вещества. Деятельностью человека уничтожено – прямо или косвенно – огромное количество видов, разновидностей, может быть, целых родов животных и растений. Вместе с тем созданы новые виды животных и растений, частью до него не существовавшие, – расы домашних животных и культурных растений.

Едва ли можно сомневаться, что человеком охвачены были в этих изменениях только такие виды животных и растений, которые уже в природе своей обладали необходимыми для этого свойствами, были пластичны или состояли из многих совместно находящихся элементарных видов. Несомненно, влияние человека в создании новых рас ограничено, и очень вероятно, что основные и главнейшие признаки расы не вызваны человеком, появились вне его влияния и лишь поддерживаются им в искусственной среде измененной его культурой природы.

Эти вопросы, однако, не имеют геохимического значения. С геохимической точки зрения важно лишь то, что культурные расы могут существовать в природе только при участии человека, при применении им для этого энергии. Предоставленные сами себе, они вымирают или вырождаются, т.е. переходят в обычные природные формы, нередко резко отличные от культурных морфологически, а следовательно, и химически.

В том, что они поддерживаются в нужной для человека форме искусственно, легко убедиться, взглядывая в историю человечества. При падении цивилизации в той или иной местности, при оставлении заселенных мест в том или ином уголке земного шара или ослаблении в нем культурной работы они вновь захватываются «дикой природой». Облик страны меняется, она возвращается в прежнее, естественное состояние. Нарушенное человеческим гением равновесие восстанавливается в прежнем виде, и относительно скоро не остается никакого или почти никакого следа прежнего облика страны. Большинство рас домашних животных и культурных растений погибает, немногие сохраняются, более или менее быстро восстанавливая те формы, которые отвечают их дикому состоянию.

Из этой постоянно повторяющейся картины нам ясно, какую огромную работу производит в этой области гений человечества.

Количество рас животных и растений, им охваченных, невелико по сравнению с количеством всех их видов, на миллионы видов мы имеем несколько десятков тысяч рас. Но их влияние на геохимию земной коры во много превышает это отношение, и постепенно, по-видимому, мы наблюдаем все больший и больший охват живого вещества этой живой материей, измененной человеческой волей.

Рассматривая эти расы с точки зрения явлений живого вещества, мы можем убедиться, что к ним приложимо все, что сказано нами по отношению к естественным видам и подвидам. Мы имеем и здесь тоже проявление социальной структуры живого вещества, также имеем однородные живые вещества, их разнообразные смеси и тоже половые, возрастные, социальные различия.

Морфологическое изменение облика биосферы, благодаря им происходящее, несомненно, сопровождается химическими изменениями. Однако, как уже указывалось выше, отнюдь не является логически неизбежным, чтобы этим путем менялась общая картина геохимического процесса. Возможно, что валовой химический состав культурных рас отвечает валовому химическому составу естественных видов, ими замененных в природе, и что при этой смене химия земной коры в своих основных чертах не изменялась. Это новый вопрос, который раньше не ставился, так как понятие живого вещества не было охвачено человеческой мыслью.

Ввиду этого особенно интересно изучение расового живого вещества. При этом необходимо по возможности отличать и подрасы. В случае образования рас путем скрещивания имеет большое значение изучение живого вещества скрещиваемых различий и их продуктов. Значение чистых линий, выведенное в значительной мере на культурных организмах, особенно здесь сильно. Так как в этой области возможен опыт, то и область работы сильно увеличивается. Однако с геохимической точки зрения, очевидно, имеют значение только те расы и сорта, которые заметно входят в природный обмен, так как существуют в значительных количествах.

При изучении расового живого вещества мы должны принимать гораздо более во внимание историческое его изменение во времени, чем мы это имели для видового живого вещества. Там мы могли в общем не принимать во внимание изменения, происходящие в видах с ходом времени. Эти изменения накапливались медленно и сказывались лишь в течение геологических периодов. Но для расового живого вещества изменения наблюдаются в течение тысячелетий, отвечают не геологической, а человеческой истории. Картина культурных сгущений постоянно меняется в связи с историей цивилизации. Меняется ли при этом и геохимическая работа человечества?

Так как расы поддерживаются без изменения в природе только усилием и трудом человека, то они меняются с их изменением благодаря непрерывно идущему изменению исторической обстановки. Постоянно создаются новые расы и вымирают старые. Из старых остаются немногие.

Однако несомненно, что некоторые наши – европейские – сорта фруктовых деревьев имеют многотысячелетнюю давность. Некоторые из них с большей или меньшей достоверностью могут быть прослежены до времен Древнего Рима, к временам, близким к нашему летосчислению, и пережили, сохранившись в разных местах после падения Римской империи. Это верно даже для мелких сортов, по-видимому мало менявшихся во времени, не говоря уже о группах сортов. Так, новые исследователи (Шевалье) считают, что *Malus dasycarpa* Borch уже с глубокой древности разводилась в Средиземноморье. Прилежащие к этому виду расы (*M. mitis*, *M. astracana*, *M. neidzwetzkyana* и др.) уже были известны при 19-й династии в Египте, разводились в римских и галлоримских садах. Из Испании этот сорт проник в

Нормандию в XI в. и между XIV–XVII вв. укрепился там, явившись основой сидрового производства. Для отдельных сортов – рас, у нас есть и непрерывные исторические свидетельства их неизменного существования. {...}

Едва ли можно сомневаться в тысячелетней длительности существования некоторых культурных сортов других растений (например, розы) или домашних животных. Все указывает на то, что есть расы растений и животных очень древние, имеющие многотысячелетнюю давность, пережившие древнейшие цивилизации Азии. Их, однако, немного среди десятков тысяч культурных рас, заселяющих в каждый данный момент земную поверхность, и они представляют небольшой остаток из огромного числа рас, закончивших свое земное существование.

Старинные расы всегда составляли и теперь составляют небольшую часть культурных типов организмов данного времени, их мало среди половой живой материи, все более и более занимающей поверхность нашей планеты. При создании рас человек производит огромную геохимическую работу, но она остается для нас совершенно неизвестной, так как расы химически не изучаются, а между тем выяснение ее особенно интересно ввиду быстрой изменчивости морфологического характера рас. Уже ввиду этого имеет огромное значение геохимическое изучение расового живого вещества.

Мы можем целиком перенести к созданным человеком расам, к новой живой природе все явления, указанные для живого вещества дикой природы, выясненные на видовом однородном живом веществе.

Мы имеем здесь разнообразные механические и органические смеси, социальные и рассеянные расовые живые вещества, различия его периодические, половые, возрастные, социальные. При этом наблюдаются, однако, и новые явления или выступают на первое место такие особенности живого вещества, которые не были ясно выражены в живом веществе, сложившемся вне влияния человека.

Совершенно ясно, например, что человек в расах создает социальные однородные живые вещества в стадах животных, полях растений.

В этих новых созданиях человека мы имеем в истории нашей планеты механические смеси живого вещества, более чистые, с большим преобладанием одного какого-нибудь компонента, одного какого-нибудь однородного живого вещества, чем это было раньше. Наши поля, плантации деревьев, леса, сады и стада дают такие скопления однородных живых веществ, какие никогда раньше в таком масштабе не наблюдались на земной поверхности.

С одной стороны, о поддержании чистоты сгущения заботится сам человек, не допускающий развития сорных трав и т.п., желающий использовать в максимальной степени нужные ему свойства расы. Но, помимо этого, в некоторых случаях мы имеем стремление самих вновь созданных рас держаться отдельно от особей другой расы, как это описывается, например, для овец норфолькской и линкольнширской пород, разделяющихся на разные пастбища и между собой не смешивающихся.

Человек создает, как мы видели, и половые различия, например в стаде коров или овец, в плантациях женских финиковых пальм и т.п.

Но он не только создает расы, аналогичные видам, и способствует их внедрению в природу, и покрывает ими значительные площади земной поверхности. Он создает и более сложные формы их смешений, ранее неизвест-

ные в природе, – новые органические смеси. Такой формой являются, например, характерные насаждения плодовых деревьев, привитых к подвигам другого вида. Сейчас мы имеем многие тысячи квадратных километров земной поверхности покрытыми плодовыми садами, где растут деревья сложного характера: их корневая система и начало ствола принадлежат одному виду, тогда как остальная часть дерева принадлежит другому виду или другой расе. Это сложная система, которую нельзя назвать симбиозом и которая поддерживается в природе только постоянным приложением человеческого труда, т.е. внешней энергией, не является симбиозом, а совершенно особой формой живой материи, которая без вмешательства человека в ней не существует.

Ее приходится рассматривать как особую форму органической смеси, как такую живую материю, которая охватывает две разные совокупности организмов, одновременно состоящих из подвоя и привоя. Очевидно, этим путем могут происходить любопытные, сложные и глубокие изменения в организме, на что и указывают сложные гибриды, получаемые в садоводстве и плодоводстве. При прививке происходит сильное изменение в обмене веществ, т.е. геохимический эффект в высшей степени меняется, и в то же время индивидуальность двух спаянных организмов, по-видимому, не нарушается.

По-видимому, такая работа человечества длится многие тысячелетия, может быть, создалась уже в эпоху каменного века – неолита – Западной Европы.

Можно привести пример совсем недавнего вмешательства человека. После появления филлоксеры в Западной Европе огромные площади виноградников превратились в собрания таких искусственно созданных организмов. Европейские лозы *Vitis vinifera* были привиты на *Vitis riparis* и *Vitis rupestris*, которые не трогает филлоксера.

Но и помимо этого нового типа органических смесей, человек введением культурных форм хозяйства и техники могущественным образом изменяет режим природных органических смесей, например при культуре бобовых, картофеля и т.д.

По отношению к этой части живой природы, созданной или измененной человеком, мы в исследовании ее геохимического эффекта должны идти тем же самым путем, каким идем по отношению к старинной, не тронутой человеком природе. При этом геохимическое значение человеческого сознания быстро увеличивается с ходом времени, так как расовое живое вещество захватывает все большее и большее количество живого вещества нашей планеты, остававшегося, как увидим, неизменным и постоянным до *начала культурной* деятельности человека.

Остается ли оно таким и после начала деятельности человека, или же человек увеличивает общее количество живого вещества, является неясным вопросом, к рассмотрению которого я вернусь в одной из следующих глав этой книги.

Но и помимо непосредственного создания новых типов расового однородного живого вещества, человек своей культурной работой меняет существующие ее видовые разности.

Тут его деятельность вполне бессознательна, хотя и при создании расовых однородных веществ сознание в смысле определенного намерения явилось новым фактором в человеческой истории.

Вся главная работа произведена человеческим сознанием, но не преднамеренно – процесс создания не был осознан. Человек охватывал наиболее способные к изменению, пластичные формы окружающей жизни.

Он меняет этим путем и сейчас видовые живые вещества. Я уже указывал на изменения, производимые им в соотношении между полами птиц и создании половых разностей видового живого вещества, благодаря тому, что он вылавливает преимущественно самцов певчих птиц. В местах, захваченных человеческой культурой, чаще появляются гибриды птиц, чем в девственной природе, например именно здесь находится *Tetrao medius* – гибрид *Lyrurus tetrrix* L. и *Tetrao urogallus* L., так как человек резко нарушает обычное равновесие этих видов птиц.

Таких примеров можно привести много, и влияние созданной сознанием человека новой живой природы сказывается гораздо сильнее и глубже, чем можно было думать. Своим сознанием мы этот процесс во всей его грандиозности еще не охватили.

ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО С ЛОГИЧЕСКОЙ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ

16. Живое вещество, как видно из всего предыдущего, представляет некоторую совокупность предметов, и его свойства являются свойствами совокупности. Свойства отдельных предметов, составляющих совокупность, сказываются, очевидно, постольку, поскольку они могут проявляться в совокупности. Каждый предмет в отдельности для нас исчезает, и вместо него выступает нечто новое, обладающее такими свойствами и проявлениями, которые незаметны и не существуют для отдельного предмета, составляющего совокупность.

Так как предметом той совокупности, которая называется здесь живым веществом, является организм, то, следовательно, свойства живого вещества отнюдь не являются теми свойствами, которые мы изучаем при исследовании отдельного организма. В совокупности организмов – живом веществе – проявляются новые свойства, незаметные или несуществующие, если мы станем изучать отдельный организм.

Переходя от организма вида к живому веществу вида, мы получаем не только новые данные количественного характера для понимания явлений жизни, но и новые данные качественного характера.

В этом я вижу большое значение включения этих явлений в область изучения не только геологических, но и биологических наук.

Здесь мы встречаемся с новым примером проявления природных процессов, охватываемых человеком статистическим путем, законами больших чисел. В области самых разнообразных явлений, сводимых к этим законам, мы видим совершенно одинаковые законности – законности совокупностей любых предметов. Одинаковы по форме законы человеческих обществ, газовых смесей, песчаных масс, звездных потоков, раз только мы изучаем их как законы совокупностей, они подчинены законам больших чисел. Поэтому в области этих явлений вполне правильно и надежно идти путем научной аналогии и переносить в область мало изученную, подчиненную этим законам, достижения областей знания, с этой точки зрения разработанных.

Поэтому вполне позволительно и удобно воспользоваться и здесь аналогией между живым веществом и газовой массой, законы которой, как совокупности атомов – газовых частиц, изучены точно и являются одной из основ нашего современного научного представления о мироздании.

Наиболее характерной особенностью газовой массы является то, что мы точно знаем законы совокупности газовых частиц и для нас совсем мало известны законы, связанные с движением и свойствами отдельной газовой частицы. Одно, однако, мы можем утверждать совершенно прочно, что выведенные из знания совокупности газовых атомов законы неприложимы к отдельной газовой частице, свойства которой совершенно несхожи со свойствами газа. В частности, мы встречаем здесь впервые приложение одного из глубочайших обобщений естествознания XIX столетия, указывающее, что к отдельным газовым частицам неприложимы такие всеохватывающие обобщения статистического характера, как второй закон термодинамики, принцип Карно. Невозможное в мире совокупностей, согласно этому закону, становится возможным и допустимым для явлений, свойственных и характерных для отдельной частицы. Так, *perpetuum mobile* невозможен в законах, связанных с массовым эффектом этих частиц, но он вполне возможен, когда мы изучаем явления, исходящие и связанные не со всей совокупностью, а с ее частями, с отдельными частицами. Теоретически возможность такого *perpetuum mobile* 2-го порядка признавалась Максвеллом, Гиббсом, Больцманом. Уже в 1888 г. Гуй указал, что мы видим такой *perpetuum mobile* 2-го порядка в броуновском движении, и в начале XX в. это убеждение проникло в научное мировоззрение.

Сейчас не может возбуждать сомнения, что в свойствах газа мы наблюдаем коренное качественное различие между свойствами совокупности предметов и свойствами составляющего совокупность предмета или предметов.

По аналогии с газом газу отвечает живое вещество, газовой частице – организм. Законы живого вещества, поскольку они выражаются законами совокупностей, могут быть аналогичны законам газа и должны быть, по существу, иные, чем законы организма, отвечающего газовой частице.

Бросающееся в глаза отличие заключается в том, что для нас в природе непосредственно доступны законы – свойства – газа, и лишь путем трудной работы абстракции мы подходим к законам газовой частицы. Она бесконечно мала по сравнению с тем мерилем, какое представляет собой человек по отношению к газовой массе. По отношению к живому веществу нам непосредственно доступны законы – свойства – организма, и путем трудной и долгой абстракции мы можем подняться до понимания свойств их совокупности – живой материи. Человек как масштаб явлений бесконечно мал по сравнению с живой материей и легко подходит к свойствам ее элементов – организмов.

В одной из следующих глав я вернусь еще к этой аналогии и мы увидим, какие возможности открывает она для понимания свойств совокупности организмов, здесь же я хочу остановиться лишь на выяснении законности того пути искания, который вносится в науки о природе логической конструкцией живого вещества.

Можно ясно убедиться, что он является неизбежным выводом из того хода мыслей и исканий в науке о жизни и природе, которые мы наблюдаем за последние научные поколения. К нему приводит ход истории научного знания,

законы которого столь же мало зависят от воли человека, как и все другие явления природы. Те обобщения и те направления мысли, которые совпадают с ходом научного развития данного времени, имеют большие шансы на успех и могут оказать влияние на научную работу. Мне кажется, что таковы все стремления, связанные в данный момент с проникновением статистических методов в естествознание.

Недавно один из крупных русских ученых, А.А. Чупров, в яркой и ясной форме показал роль статистического метода в обследовании окружающих нас явлений. Несомненно, проникновение им нашего научного мировоззрения является одним из характерных проявлений последнего пятидесятилетия. С каждым годом он проникает все глубже в изучение явлений природы, охватывает новые явления; вносит законности и правильности в области, казалось, навсегда закрытые для научного мышления и для точного математического учета и представления. Работа его проникновения далеко не закончена, и значение его для понимания окружающего едва начинает для нас выясняться. Он начинает проникать мировоззрение естествоиспытателя, и недавно умерший крупный русский мыслитель физик Н.А. Умов в широких, красивых образах дал нам цельную оригинальную картину мироздания, всецело основанную на этом приеме мышления и им проникнутую.

Бессознательно статистический метод работы давно проникал естествознание, но сознательно он мог войти в него только после того, как были математически выработаны законы больших чисел, законы Случая, создана теория вероятностей. В область наук о природе его ввел в этой форме впервые во второй половине XIX столетия один из великих физиков нашего времени, Клерк Максвелл, после того, как уже в первой половине XIX столетия, пользуясь теми же математическими представлениями, его приложил к явлениям общественной жизни бельгийский астроном Кетле, углубив этим путем область статистических исследований. Кетле применил к общественным явлениям те приемы, которые много раньше, главным образом в астрономии, употреблялись не для охвата новых явлений природы, но для обработки числовых наблюдений для получения более достоверных результатов. Пути, проложенные Максвеллом, обратили на себя внимание только через 20–30 лет после их первых приложений и в своем значении вошли в сознание натуралистов только после того, когда они получили точную проверку в блестящих достижениях учения о теплоте и теории газов.

После того они проникли в область биологических изысканий, и едва ли можно сомневаться, что здесь открывается широчайшее поле для их применения. Всякий новый шаг в этом направлении, каким является и учение о живом веществе, отвечает неуклонно наблюдаемому проникновению числового учета и геометрических построений в изучение явлений жизни, среди которых методы статистические являются при современном развитии математики основными.

Скрыты образы этого рода уже давно охватили науки о природе, но характер их был долго неясен. В представлениях XVIII и начала XX в. об экономии живой природы, о равновесиях, в ней наблюдаемых, о гармонии, в ней царящей, скрывались по существу статистические подходы к научному изучению этих явлений. Во второй половине XIX в. в учении о борьбе за существование формы статистических законов природы обрели прочную почву в научном

мировоззрения. Любопытно, что здесь Дарвин шел тем же путем, как через десять лет позже Максвелл, – он переносил в область наук о природе обобщения наук об обществе, пользуясь выводами Мальтуса, подобно тому как Максвелл пользовался достижениями Кетле. Но и Мальтус и Кетле в конце концов исходили из того же самого, более широкого, но туманного и неосознанного статистического представления о природе, которое было достигнуто в идеях о равновесии, гармонии, экономике Мира. Политическая экономия в своих основах вышла из тех же представлений, как и экономия природы, и сохранила старые свои корни в своем названии. Ее духовные создатели – Кенэ и физиократы – перенесли в область наук об обществе основные идеи экономии природы, ими глубоко понимаемые.

И помимо борьбы за существование, статистическое представление о живом и в другой форме проникает дарвинизм и эволюционное мировоззрение. Это то значение, какое в них получает вид, заменяющий индивид. Это давно уже было прочно установлено и в более широких представлениях о природе как целом, в указаниях, многократно развивавшихся учеными и философами о такой структуре природы, которая связана со стремлением сохранить вид и с отсутствием этого стремления для индивида.

Но с победой механистического эволюционизма более широкие и глубокие представления, чем лежащие в его основе представления о значении вида и борьбы за существование, постепенно были забыты в области наук о природе. Мысль человека пошла по другому пути и оторвала новые научные поколения от старых концепций.

Натуралисты-мыслители вроде К.М. Бэра, проникнутые старыми представлениями, не могли привлечь к ним внимание натуралистов 1860-х годов, несмотря на то что в своей критике дарвинизма они опирались на эти концепции.

В современное естествознание прочно проникло только частное статистическое представление о гармонии природы – в форме борьбы за существование. В связи с его развитием в учении о наследственности и в морфологии начинает со времен Гальтона и Пирсона проникать в биологию статистический метод не только в своих основах, но и в своих приложениях. В биометрике мы имеем первые результаты охвата им явлений жизни.

Оставление в стороне старинных путей искания экономии и гармонии живой природы связано в значительной мере с тем, что в биологии исключительное внимание заняли вопросы, связанные с организмом, и отошли в сторону, захватывались случайно вопросы о его влиянии на окружающую мертвую природу. Я уже указывал на те последствия, какие имел такой ход научной работы для понимания геохимических явлений. Сейчас, когда развитие геологических знаний, в частности геохимии, настойчиво выдвигает на очередь дня выяснение значения организмов для химических процессов нашей планеты, приходится возвращаться – в новой форме – к старым, оставленным путям, по которым шли натуралисты начала XIX столетия. Перед грандиозностью геологических процессов исчезает организм, выступает их совокупность – живая материя. В связи с этим открываются те стороны изучения природы, которые не обращали на себя внимание морфологов и физиологов; в живой материи открываются новые свойства жизни, но они проявляются не на отдельном организме, а среди их комплексов. Старые искания

равновесий организмов, установившихся или устанавливающихся, гармонии и экономии живой природы представляются сегодня в новом свете. Но они выступают в другой исторической обстановке при широком развитии математических методов исследования, связанного с законом больших чисел, и при проникновении статистического охвата природы в самые различные и противоположные ее области – от явлений, связанных с корпускулами и атомами, до явлений, создаваемых звездными кучами и системами туманностей (ф. 518, оп. 1, д. 53, л. 135 об. – 144 об.).

Глава вторая

О ЖИВОМ ВЕЩЕСТВЕ С ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ

*Состояние знания и значение химического состава, веса и энергии организмов.
Сгущения и разрежения живого вещества.*

СОСТОЯНИЕ ЗНАНИЯ И ЗНАЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА, ВЕСА И ЭНЕРГИИ ОРГАНИЗМОВ

17. Изучая историю химических элементов в организмах, мы встречаемся с двумя различными формами их нахождения. С одной стороны, они встречаются в форме соединений, строящих организм, а с другой – в форме проникающих организм ничтожных своих следов, своеобразных рассеяний.

Нахождение элементов в форме рассеяний, связанное со сложными физическими процессами и приводящее нередко к распадению системы атома на части, к существованию его осколков, чрезвычайно мало обращало на себя внимание. В сущности, для организмов мы не знаем ничего, кроме того, что такие состояния элементов существуют и играют крупную роль в жизнедеятельности организма. Даже сама эта форма нахождения таких элементов мало обращала на себя внимание. Но в истории отдельных элементов нахождение ничтожных – с точки зрения организма – следов их в живом веществе играет огромную роль, и нам постоянно придется сталкиваться с этим, когда мы будем рассматривать историю отдельных химических элементов в связи с биологией. Точно так же большое значение имеет рассеяние элементов живой материи, как с точки зрения общих процессов биосферы и даже земной коры – для большей интенсификации химических процессов земной коры, так и с точки зрения их связи с космическими процессами. Здесь же достаточно отметить, что в форме рассеяний находится большинство химических элементов в живой материи; это отражается как на валовом составе организма, так и на характере химических проявлений организма.

Валовой состав организма для очень немногих из химических элементов дает нам целые числа, если мы отнесем его к 100, огромное большинство химических элементов выражается в дробных числах. Эти дробные числа сохраняются и тогда, когда мы выразим состав организма в тысячных долях целого. Огромная часть химических элементов, попадающая в эти дроби,

находится в организме в форме рассеяния. Таковы, например, As, Br, Cu, Ti и т.д.

В тесной связи с таким нахождением химических элементов находится и деление их на группы с разной физиологической функцией, различие элементов, строящих тело организма, органогенных в собственном смысле этого слова, и элементов, имеющих значение возбудителей или регуляторов химических реакций. Не касаясь правильности или ложности этих толкований природного явления, можно указать, однако, что во вторую группу попадают как раз элементы, находящиеся в организмах в форме рассеяния.

Оставляя в стороне физиологическое значение рассеяний, выражаемых, например, в так называемых автодинамических явлениях металлов, на которое особенно обратили внимание биологи, нельзя не отметить, что это нахождение составляет особую форму состояния материи. Химический элемент в рассеянии находится не в форме соединений, а в форме или отдельных подвижных атомов, или таких их групп – ионов, которые связаны с нахождением заряженных частей атома [15]. С точки зрения современных воззрений такая форма нахождения элемента резко отлична от его нахождения в химических соединениях, тут она связана с своеобразным изменением системы атома, по крайней мере с изменением его наружной оболочки.

Для рассеяний чрезвычайно характерно, что их переход в формы соединений, даже понимая под этим и такие соединения, как растворы, совершается далеко не всегда и связан с особыми законностями и правильностями, которые нам неизвестны даже в самых общих чертах.

Мы знаем, что этот переход для некоторых элементов почти никогда не происходит в условиях земной коры или совершается в исключительных – особых – случаях. Такого рода особым случаем является в земной коре живое вещество, которое концентрирует и переводит рассеянные элементы в соединения. Это мы наблюдаем, например, для йода, брома и других тел. В истории этих элементов такая роль живой материи имеет, как мы увидим, большое значение.

18. Гораздо больше изучено и больше собрано в биологических дисциплинах данных о *химических соединениях элементов в организмах*, причем мы все наши представления об этой форме нахождения сводим для жидких состояний материи к растворам, а для твердых – к определенным соединениям. Никаких данных для такого резкого различия между формами твердого и жидкого состояния в организмах нет, и надо думать, что и в твердом состоянии мы имеем здесь формы растворов. Их изучение в виде определенных соединений связано с их выделением в таком виде при исследовании.

Накопленный огромный материал об определенных соединениях организмов никогда не охватывался в своем значении с геохимической или даже с геологической точки зрения. А между тем всегда в земной коре присутствует огромное количество белков, жиров, углеводов, алкалоидов и т.д., тесно связанных с неорганическими соединениями и совместно с ними участвующих в геохимических процессах. Долгое время, однако, только эти последние принимались во внимание при построении химии земной коры; продукты жизни являлись объектом изучения лишь после того, как организмы, их создавшие, умирали, лишь в тот момент, когда своеобразные соединения организмов – при гниении и тлении – начинали превращаться в минералы. Упорно, несмотр-

ря на все неудачи, в течение многих десятилетий человечество пыталось создать химию земной коры, исключив из нее живую материю.

Между тем на каждом шагу встречались факты, резко противоречившие этому стремлению.

Ибо количество этих соединений соизмеримо с количеством большинства даже самых распространенных минералов земной коры.

В коре выветривания постоянно находятся и постоянно поддерживаются в своем весе количества белков, сравнимые с количеством медных или свинцовых руд и, может быть, даже их превышающие. С точки зрения химии земной коры белки, гипсы, полевые шпаты, колчеданы, жиры, углеводы, кальциты и т.п. представляют одинаковые проявления геохимической истории химических элементов.

До сих пор они не принимались во внимание только вследствие научной рутины; не изучались минералогией только потому, что не считались минералами. А между тем и биохимия оставляла в стороне их воздействие, на каждом шагу ясное, на окружающую среду, на химические процессы земной коры. В результате многие стороны крупного природного процесса остаются вне научного изучения, и обычно совершенно упускается из виду геологическая роль тысяч химических соединений, которые образуются во время процесса жизни внутри организма.

Правда, в живом организме химические соединения удалены от непосредственного воздействия на окружающую среду в большей степени, чем какой-нибудь гипс, доломит или полевой шпат. Однако это только так кажется, и то только тогда, когда эти минералы находятся в соприкосновении с газообразной или жидкой средой. В тех же случаях, когда минералы находятся внутри пород, они еще более чужды геохимическим процессам, чем, например, белки живой материи, находящиеся в организмах, ибо они находятся в областях геохимического безразличия, а находящиеся внутри организмов живой материи белки входят в многочисленные химические реакции, которые отражаются в земной коре, в частности постоянно вызывают газовые процессы, в ней идущие, имеющие столь большое значение в истории земной коры. Значение живого вещества, тесно связанное с нахождением и образованием в нем белков, в истории газообразных кислорода, азота, водорода и его соединений, соединений углерода (углекислоты) не может быть достаточно переоценено, и нельзя дать истории этих элементов в земной коре, не принимая ее во внимание. Однако и до сих пор не осознано исключительное значение организмов в истории этих газов.

Но мы не можем и не должны ограничиваться только этими элементами. Уже сейчас мы видим, что необходимо принимать во внимание определенные химические соединения организмов – и продукты их изменения – в истории P, S, Ca, Mg, K, Na, Si, J, Fe, Mn и т.д. При этом в истории всех этих элементов имеют значение не только продукты распада соединений, образующихся в организмах, но и химические свойства и состав самих соединений.

Это впервые выясняется геохимией, как только она включает живое вещество в круг своего изучения.

19. Геохимическое изучение элементов должно идти двояким путем; с одной стороны, необходимо изучать распределение их в организме, а с дру-

гой – их судьбу в окружающей организм среде после их прохождения через организм.

Изучение их распределения внутри организма указывает нам на условия подготовки продуктов, образующихся в организмах, к тем геохимическим процессам, которые будут идти после смерти организма. Неравномерное распределение химических элементов внутри организма давно известно, но изучалось случайно и попутно и никогда не было подвергнуто систематическому обследованию. Для того чтобы уяснить себе концентрацию некоторых элементов внутри организма благодаря его строению и жизни, достаточно обратить внимание на историю J, Ca или Si в организмах.

Мы знаем, что эти элементы сосредоточиваются в организме в определенных его местах, причем для йода этим путем образуются такие его концентрации, которые почти не наблюдаются в других формах его находений в земной коре, например концентрация йода в тироидной железе млекопитающих, в йодоспонгине губок или в некоторых водорослях. Кальций сосредоточивается в виде карбоната и фосфатов в раковинах или костях, в скелетных образованиях губок, кораллов, водорослей, в скорлупах ракообразных и т.п. Процесс его извлечения из окружающей среды и сосредоточения в остатках организмов является одним из самых могучих процессов биосферы, и во всем его дальнейшем нахождении решающую роль играет та форма его соединений, которую выработали организмы.

Кремний выпадает в виде конкреций опала в стволах деревьев, фитолитарий в злаках, входит в состав скелетов губок, радиолярий, диатомовых, и хотя в истории кремния роль организмов не так ярка, как в истории кальция, но и здесь без нее история данного химического элемента не может быть нами понята.

Для многих других элементов мы имеем точно такие же концентрации в определенных частях организма, например для Cu, Fe, Mn, Zn, Co, P, S, Cl, Mg, Ba, V и т.п. К сожалению, эта область явлений изучена чрезвычайно мало в значительной мере в результате того, что в науке царит предположение об одинаковом химическом составе организмов и исключительном значении для них органогенных химических элементов.

Все эти химические элементы распределены в организме чрезвычайно неравномерно и концентрируются в определенных его частях. Поэтому можно изучать их нахождение в организме и с привычной для биологов морфологической точки зрения. <...>

Можно дать такую же анатомическую картину строения организма, которая получается при изучении распределения в нем его тканей и на основании распределения элементов. Яркая картина такой анатомии элементов получается, например, для позвоночных животных для кальция или фосфора, если мы отметим в организме места, обогащенные или обедненные данным химическим элементом.

Изучение распределения химических элементов внутри организма имеет значение для геохимических процессов в связи с тем, что в *живой материи как бы готовится их судьба в будущем в земной коре*: этим путем создаются некоторые из скоплений химических элементов в земной коре, так называемые в геохимии их *химические области*, в которых количество элемента больше (или меньше) валового среднего его содержания в земной коре

или в коре выветривания. Ярким примером такого процесса является образование в земной коре скоплений углерода (химических областей для С и N) – углей и гумуса. Угли и гумус образуются только из тех частей углеродистых и углеродно-азотистых соединений, образовавшихся в организмах, которые очень стойки по отношению к внешним химическим агентам земной коры и получили такое строение уже в организме благодаря его жизненным процессам. А между тем в результате этого процесса идет образование определенных соединений в земной коре, которые иначе в ней не находились бы. Если бы организм для своих целей не создавал клетчаток, древесины, пектиновых веществ, смол, хитинов, не могли бы образоваться в земной коре асфальты, угли, гумусы и вся геохимическая история углерода и азота была бы совершенно иной.

Никакого участия в образовании углей, смол или гумусов не принимают такие организмы, которые не вырабатывают в результате своей жизнедеятельности в своем теле исходных для них чрезвычайно стойких углеродистых, как и азотисто-углеродистых, тел. То же самое верно и для всех других химических элементов, которые концентрируются в организме. Их прижизненная концентрация в неделимых живого вещества определяет их будущую геохимическую историю. Это ясно проявляется в истории Р, Са, Mn, S, Fe и т.д.

Поэтому можно понять геохимические процессы только тогда, когда будут хорошо изучены не только свойства этих образованных физиологическим путем концентраций, но и их количественное содержание в организме и в их совокупности – в живой материи.

Едва ли можно сомневаться в том, что мы имеем здесь дело с проявлением общего процесса – закона природы, сказывающегося, вероятно, для несравненно большего количества элементов, чем мы это сейчас можем утверждать, может быть, даже для всех элементов. Но недостаток фактов не позволяет нам здесь идти далее, и поэтому необходимо ждать их накопления.

Вопросы эти более интересуют геохимика, чем биолога, и с этим связывается современное состояние наших знаний.

Но значение этих явлений в геохимии еще значительнее. Ибо, как мы увидим ниже, характер соединений, образующихся в организмах, чрезвычайно резко сказывается в явлениях, связанных с временным или длительным выходом химических элементов из биохимического обмена. Значение же этого процесса в истории всех химических элементов, как увидим, огромно.

20. Еще большее значение с геохимической точки зрения имеет другая сторона изучения организмов с химической стороны: точный учет и точный охват судьбы всех химических элементов того жизненного вихря – *fourbillon vital*, который Кювье так правильно счел за самое характерное проявление жизни.

Целый ряд новых очень определенных и нередко важных проблем выдвигается перед нами при таком изучении.

Среди них можно выдвинуть несколько, которые настойчиво требуют немедленного подбора фактов и точного расследования. Мне кажется даже, что они впервые выдвигаются в науке лишь благодаря созданию геохимии, ибо мы напрасно ищем их выражение в летописях прошлого науки. По-видимому, эти проблемы ставятся нами впервые.

Среди множества выдвигающихся задач необходимо на первое место поставить те, которые при большом научном значении в то же время могут быть быстро и точно охвачены силами и средствами современной науки.

В таком освещении вопроса на самое первое место выдвинется задача очень простая по своей логической форме – получение необходимого для всяких выводов в этой области знания и собранного точного материала фактов вне влияния каких бы то ни было теорий и предположений.

Этот материал заключается в точном познании химического состава однородных живых веществ, в знании распределения и количественных соотношений химических элементов, составляющих «жизненный вихрь» каждого вида и расы растений и животных.

Основную задачу работы составляет сейчас точный и полный элементарный химический анализ всех сотен тысяч видов и рас организмов, изученных морфологически.

Как я уже указывал выше, мы находимся здесь в чрезвычайно печальном положении. Хотя на приобретение познания химического состава организмов потрачено много труда, мы не имеем самых элементарных данных для наших заданий, когда мы захотим воспользоваться результатами этой вековой аналитической работы, нам приходится пользоваться чрезвычайно несовершенным и неполным качественно и количественно материалом.

А между тем именно сейчас изучение элементарного химического состава приобретает для нас особое значение благодаря тому изменению, какое приобретает в нашем научном миропонимании химический элемент. Для нас сейчас химический элемент составлен из определенных резко отличных и характерных для каждого элемента атомов, которые составляют своеобразную систему электронов и ядер атомов. Количество химических элементов отвечает столь же различному количеству таких систем. Элементарный химический анализ дает нам представление о количестве и взаимном соотношении этих систем в живой материи. Присутствие или отсутствие какой-нибудь атомной системы в организме не только не является случайностью, но и связано с разнообразными и важными свойствами и организма и их совокупности – живого вещества.

В геохимии однородное живое вещество может быть сравниваемо в своем проявлении в геохимических процессах с минералом. Очевидно, и для понимания его участия в этих процессах оно должно дать нам те же химические данные о своем составе, какие мы имеем для минерала.

Сравнивая, однако, наши знания о химии минерала и химии однородного живого вещества, мы видим между ними резкое различие.

Наше знание химического состава однородной живой материи по крайней мере на одно столетие отстало от химии минерала. Работая с биохимическими объектами, чувствуешь, что в своем распоряжении имеешь только обрывки необходимых знаний, обрывки, правда, стоящие на уровне современной химии, иногда проникающие очень глубоко в познание частных случаев, но совершенно не дающие общего представления о химическом составе не только живой материи, но и отдельного организма.

Несомненно, задача, выдвигаемая сейчас, больше и труднее, чем та, которая стоит перед нами при изучении минерала. Всех минералов самое большее около 2500–3000 видов, тогда как однородных живых веществ мы знаем

сейчас не менее 750–800 тыс. видов. Правда, для минералов нам необходимо произвести химический анализ по возможности всех месторождений данного вида, но и для живой материи неясно, не будут ли проявляться огромные различия в химическом составе для рас и разновидностей разных видов, – не будет ли, следовательно, колебаний в химическом составе однородного живого вещества разных местностей?

Большие цифры необходимой работы не могут, конечно, пугать натуралиста, приступающего к изучению Природы; они в конце концов побеждаются коллективной работой поколений ученых. Бесконечно велико проявление всех ее процессов. Мы исчисляем и изучаем мириады звезд, миллионы фактов истории человечества, морфологию и биологию сотен тысяч миллионов видов, сотен тысяч, если не миллионов, радиаций энергии и т.п. И мы не отступаем никогда перед огромностью работы. А в данном случае и для данного момента она еще упрощается, ибо сейчас и немедленно для целого ряда геохимических проблем нет надобности знать химический состав всех однородных живых веществ. На первое время можно ограничиться теми, которые наблюдаются на поверхности в значительных количествах. Это те, которые играют преобладающую роль в растительных сообществах, составляют скопления или стада животных, преобладают в планктоне и других биоценозах. Если бы мы попытались составить списки таких однородных живых веществ, которые на Земле преобладают по весу, мы получили бы число в несколько десятков – если не в сотни – раз меньшее, чем общее число видов. Вероятно, мы сейчас уже знаем и так или иначе научно определяем огромное большинство из всех наиболее распространенных видов животных и растений. Вероятно, число таких распространенных видов не будет превышать многие десятки тысяч.

К сожалению, в науке чрезвычайно мало обращают внимания на количество неделимых, которые составляют данный вид, а еще меньше на тот вес, который они представляют в составе земной коры.

Для получения хотя бы приблизительного впечатления о том сокращении работы, которое этим путем получается, приходится прибегать к косвенным данным – к указаниям на редкость или частоту данного вида и т.п.

Я попытался проделать учет некоторых классов организмов.

Виды, богатые неделимыми, вероятно, по весу во много раз превышают вес всех остальных видов, т.е. являются преобладающей живой материей этих групп организмов. Но, к сожалению, мы пока не имеем ни малейшей возможности перейти к каким бы то ни было весовым подсчетам. {...}

Количество видов насекомых превышает уже сейчас раза в три количество видов всех организмов, нам известных. Но всякий, кто всматривается в этот нас окружающий мир мелких организмов, поразительно разнообразный по своим функциям и по своим формам, знает, как малы – по весу – количества неделимых для огромного большинства видов насекомых, как относительно мало количество их видов, которые в форме однородной живой материи для каждой местности составляют значительные массы по весу. В области этих явлений мы встречаемся с временным возрастанием их значения, с появлением масс организмов (взрывчатым размножением) и затем с возвращением к обыденному небольшому весу отвечающего им однородного живого вещества. Одновременно происходит увеличение – или соответственно уменьше-

ние – других видов насекомых, служащих данному пищею или ими питающихся. Такие сложные равновесия, конечно, должны и могут выражаться в числах, но они меняются во времени и указывают нам на то, что в данный момент имеет геохимическое значение небольшая часть тех животных и растений, которые составляют фауну и флору данной местности.

Итак, в данной местности и в данное время количество однородных живых веществ, накладывающих свои свойства на геохимические процессы, гораздо более соизмеримо с количеством минералов, имеющих значение в это же время и в этой же местности для этих процессов, чем это показывает между количеством всех видов организмов (т.е. однородных живых веществ) и видов минералов.

21. Но для геохимических проблем в настоящее время, может быть, имеет еще большее значение изучение не химического состава однородных живых веществ (аналогичных минералу), но их закономерные скопления сообществ (аналогичных горным породам) – целых естественных областей нахождения однородных живых веществ.

Естественные области нахождения организмов обратили на себя внимание уже давно. Первоначальные понятия, с этими областями связанные, являются исконными в человечестве – лес, степь, болото и т.п. Они принадлежат к самым элементарным обобщениям вековой культуры, коллективного опыта человечества.

И они должны быть положены в основу наших научных исканий, правда, в измененном виде, ибо совершенно ясно, что все химические процессы, идущие в разных естественных областях, например в лесу или в степи, совершенно иные и что, изучая общий эффект влияния живого вещества на геохимические проявления земной коры, мы неизбежно должны отделять их друг от друга, например лес от степи.

Несомненно, в научных работах мы давно уже видим отражение этих представлений, например в прикладных отраслях естествознания – в науке о лесе, в полеводстве, в учении о болотах, которые начали складываться в научные дисциплины в XVIII в. Но более прочно и глубоко эти исконно осознанные естественные области нахождения живого вещества обратили на себя внимание ученых в самом конце XVIII – начале XIX в., когда впервые обыкновенные наблюдения над окружающей природой были объединены научной идеей в новых создавшихся тогда научных дисциплинах – в географии животных и географии растений.

Особенно велико было значение создания географии растений трудами Гумбольдта, углубившегося в растительный мир тропиков, и Валенберга, выдвинувшего те же идеи благодаря изучению природы севера.

В работах Гумбольдта мы и по сей час находим глубокие наблюдения и обобщения, которые более приближаются к исканиям нашего времени, чем работы его ближайших последователей. Из них исходят все те три основных течения – иногда их выделяют в отдельные науки, – которые характеризуют современное состояние географии растений.

С одной стороны, мы имеем здесь экологическую географию, или экологию, которая получила широкое развитие с 1880-х годов, когда Варминг и независимо от него и другими путями Шимпер создали эту дисциплину, собрав большое количество ранее наблюденных фактов, осветив их общими идеями

и вызвав энергичную работу научной мысли в этом направлении. Они выделили в эту отрасль знания изучение отношения организмов к внешнему миру и изменение организмов, их физиологических функций и морфологической структуры в связи с внешней средой – влагой, теплом, почвой.

С другой – из тех же идей и работ Гумбольдта вышла область фитогеографии, которая обратила на себя особое внимание натуралистов и вызвала множество работ. Она дала нам флоры целого ряда местностей и выяснила распространение видов растений в их историческом и географическом обмене. Для тех задач, которые встают перед геохимией, эта часть географии растений имеет наименьший интерес и значение, а между тем до последнего времени она обращала на себя наибольшее внимание.

Гораздо большее значение имеет для геохимика учение о сообществах, или фитосоциология, в ее географическом изучении. И здесь мы исходим из удивительных углублений в природу Гумбольдта. Но его искания не охватывались научным сознанием, и, хотя никогда не терялись эти вопросы из научного кругозора, они получили значение главным образом в последней четверти XIX столетия – начале XX в. Дружная работа многих ученых, среди которых новаторами явились С.И. Коржинский, Пачоский, Морозов – последний в учении о лесе, – создала на наших глазах эту дисциплину. Между Гумбольдтом и этими русскими работами мы встречаем целый ряд отдельных лиц, обращавших внимание на эти вопросы, среди которых можно упомянуть работы Матьюса 1830-х годов, обратившие на себя внимание лишь в 1860-х годах. Сейчас работы многочисленных, главным образом русских, американских, датских ученых быстро охватывают эту вновь сложившуюся отрасль знания.

Однако и в современном виде учение о растительных сообществах является недостаточным для задач геохимии. Оно искусственно выделяет животных, теснейшим образом химически связанных с растительными сообществами.

22. Для целей геохимии необходимо одновременно пользоваться и животными и растительными сообществами. Необходим синтез концепций географии растений и животных. К концу XIX в. и география животных начала получать изменения, делающие ее более удобной для решения геохимических проблем. Задачи географии животных уже были ясно поставлены в середине XVIII столетия Бюффоном, но вплоть до второй половины XIX в., когда началось систематическое изучение морской жизни, выводы зоогеографии были далеки от приложения к вопросам геохимического характера. Лишь в последнее время, со времени более тщательного изучения планктона, рыбных богатств и введения учения о биоценозе, зоогеография начинает приобретать большое значение и в этой области науки.

Однако и до сих пор состояние этих отраслей знания не отвечает тому уровню требований, какие здесь выдвигаются. Чрезвычайно характерно, что в географии растений остаются в стороне все или почти все низшие растения. Она почти всецело сейчас строится на изучении явнотрачных. В зоогеографии, с другой стороны, все новые течения, в частности явления биоценоза, совершенно не переносятся на сушу, а приурочены к жизни морских организмов. География морских растений, как и организмов на суше, до сих пор не получила необходимого углубления.

Такое состояние наших знаний в этих областях требует коренного изменения, раз только мы подходим к решению геохимических проблем. Мы не можем здесь оставлять в стороне ни одну группу организмов, тем более что, как увидим дальше, весь живой мир, вся живая материя представляют одно целое с геохимической точки зрения.

Для того чтобы учесть геохимический эффект скопления живого вещества, необходимо изучать геохимический эффект жизни в какой-нибудь естественной области земной коры; необходимо брать все живые однородные организмы, в нем находящиеся, из всех классов и групп организмов. Только химический анализ средней пробы так взятого сообщества организмов может иметь значение для учета геохимических процессов. Конечно, для получения этого среднего числа мы можем, если это практически удобно, исходить из анализа его частей, подобно тому как мы это делаем при учете химического состава горной породы. Как ни трудна такая задача, она исполнима и в общем должна давать не менее точные результаты, чем химический анализ горной породы какого-нибудь горного массива.

В основу нашей работы мы положим растительные сообщества экологической географии на суше и биоценозы зоогеографии океанов. Это связано с тем, что зеленый мир растений преобладает по своему химическому эффекту на поверхности материков, тогда как в море господствует подвижная среда животных.

Очевидно, беря все растительное сообщество вместе с его животной, грибной и микроскопической жизнью, мы в действительности имеем дело с новым понятием, отличным от растительного сообщества ботаников и выходящим за пределы зоогеографии растений и всех с ней связанных отраслей знания. Оно может быть названо новым именем *сгущения живого вещества*. Тем же именем мы назовем – и тождественное получим понятие – и биоценозы водных бассейнов, причем и для них включим все проявления жизни, к какому бы царству и к какому бы классу они ни относились.

СГУЩЕНИЯ И РАЗРЕЖЕНИЯ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА

23. Я ввожу новое понятие «сгущение живого вещества» и не беру старое понятие биоценоза, так как в основу нашего рассмотрения жизни мы берем такие данные, как масса, состав и энергия живых организмов, которые я вводил в кругозор работ над биоценозом, не говоря уже о растительных сообществах.

Исходя из этого понятия, мы убедимся, что нет необходимости подвергать химическому анализу все находения живого вещества на земной поверхности, все растительные сообщества и все биоценозы.

В геохимических процессах значение живого вещества обуславливается в значительной мере его количеством на данной площади (или в данном объеме) суши и в данном объеме гидросферы. Учет этого количества главным образом и отличает сгущение живого вещества от биоценоза.

В связи с этим для геохимических целей мы будем различать *сгущения живого вещества*, когда количество его для данной единицы больше среднего, и *разрежения живого вещества*, когда оно меньше среднего. <...>

Сгущения и разрежения живого вещества являются характерным, очень удобным приемом для работ в биологической географии. Их распределение на земной поверхности совершенно закономерно, и количество типов их ограничено. Количество живого вещества, сосредоточенного в сгущениях, во много раз превышает его количество в разрежениях. Это ясно без всякого объяснения. Достаточно сравнить то количество живого вещества на единицу площади или на единицу объема, которое сосредоточено в таких сгущениях, как тропический лес или северное болото, с количеством его в таких разрежениях, как вечно снежные области полярных стран или песчаные пустыни подтропической области, например пустыни Персии.

Изучение сгущений и разрежений живого вещества вызывает ряд важных и интересных проблем и требует специальной разработки, которую я надеюсь дать в другом месте. Здесь же необходимо лишь отметить, что в начале работ в этой области можно оставить в стороне разрежение живого вещества и изучить только типы сгущений, ибо при таком изучении мы захватим главную массу зеленого живого вещества. Благодаря этому задача первоначальной, наиболее спешной работы в значительной мере упрощается.

Сгущения и разрежения в общем совпадают с рамками экологических растительных областей, хотя в сгущения и разрежения входят все организмы.

Но это усложнение материала, подлежащего научному изучению, сколько можно судить, не ломает рамок экологических растительных единиц, но лишь вводит в них внутренние подразделения.

24. Сгущения и разрежения не вполне достаточны для охвата всего живого вещества суши. На ней мы встречаем временами своеобразные временные или постоянные сгущения живого вещества или в атмосфере, или на суше, которые нарушают общую картину тех малоподвижных областей земной поверхности, какими являются совпадающие с экологическими провинциями области сгущений или разрежений.

Таковыми нарушающими обычную картину явлениями будут временные разрежения наших снежных покровов или те скопления красной пассатной пыли, которые постоянно несут мельчайшие растительные частицы и организмы на западном берегу Африки.

Но еще чаще такими нарушителями являются периодические или временные скопления и передвижения животных – лет стрекоз, пауков – или столь много обращавшие внимание натуралистов перелеты птиц. Они повторяются из года в год, играют, как мы увидим дальше, огромную роль в геохимической истории химических элементов, но, очевидно, не являются сгущениями, ибо не представляют географического понятия, каким являются и сгущения и разрежения живого вещества.

Это как бы подвижные и передвигающиеся горные породы, несущие химические элементы из одной местности в другую.

Мы одинаково должны химически знать химию как неподвижных постоянных сгущений живого вещества, так и этих его подвижных, временных и передвигающихся. Иначе картина явлений будет неполной. К тому же и эти подвижные массы живого вещества не случайны, а закономерны. Меняясь во времени и месте на земной поверхности, они существуют всегда и должны

быть поэтому приняты во внимание, раз мы хотим получить картину химического состава живой материи в данный момент времени.

Когда от суши мы перейдем к океанам, заключающим еще большие количества живого вещества, мы можем и для них отличать определенные географические области сгущений и разрежений. Для них значение научных достижений фитогеографов отходит на второй план.

В океане на первое место выступает не растительный, а животный мир. Зеленый покров суши, столь разнообразный, в значительной степени заменен там зеленым планктоном, почти невидимым глазу, в закономерной связи с которым находятся своеобразные сгущения и разрежения, определяемые главным образом свойствами животных организмов. Если на суше мы можем оставить без рассмотрения животный мир, давая первые контуры распределения живой материи, то этого нельзя сделать для океанической жизни.

Биологи последнего времени, углубляясь в изучение жизни и распределения морских организмов, остановились на понятии *биоценоза*, который охватывает и растительный и животный мир, находящийся в сообществе в одном и том же месте земной коры. Очевидно, *биоценоз* совпадает еще больше, чем растительные формации или экологические провинции, с сгущениями и разрежениями.

И в биоценозах в первое время для анализа важно принимать во внимание только такие биоценозы, которые совпадают с понятием сгущения, но не разрежения живого вещества.

Необходимо сверх того для геохимических целей несколько расширить обычное понимание биоценоза, введенного только для бентоса, для населения морского дна. Под словом «биоценоз» надо было бы подразумевать не только структуру живого мира бентоса или дна глубоких морей, но и планктон, покрывающий поверхность океана, такие скопления водорослей и связанного с ними мира организмов, как в Саргассовом море. Биоценозом надо было бы называть и тот мир организмов, который плавает в промежуточных слоях между поверхностным планктоном и миром дна глубоководных частей океана, который едва нам был приоткрыт исследованиями князя Монако.

Везде здесь мы найдем сравнимые между собой формы сгущений и разрежений живого вещества, как бы их ни определяли зоогеографы и океанографы. Во всем дальнейшем изложении я буду называть все эти водяные сгущения *биоценозными сгущениями*.

Характер океанической жидкой стихии и легкая подвижность многих морских животных, возможность для них пребывать на разных глубинах, их социальная совокупность, временная или постоянная, временами связанная с биологическими привычками, из года в год повторяющимися, делают здесь еще более необходимым не ограничиваться для химического анализа только неподвижными биоценозами. Необходимо брать и те сложные по составу скопления организмов разных однородных живых веществ, какие представляют собой, например, перемещающиеся в морях тучи рыб или асцидий. За рыбой, например сельдью, идут следом поедающие ее хищники и их спутники, в ней поселяются многочисленные паразиты, и это все, вместе взятое, представляет естественное скопление живой материи, не менее характерное и важное в своих геохимических проявлениях, чем постоянные биоценозы морского дна. Мы увидим ниже, какое огромное значение для обмена веществ

тва суши и моря имеют странствования полчищ рыб во время нереста в реки, аналогичные во многом перелетам морских птиц с берегов океана вовнутрь континентов. Но и в других отношениях мы имеем в форме этих биологических явлений могучие перемещения химических элементов биосферы, о которых мы будем иметь понятие только тогда, когда будем знать химический состав этих сгущений.

Для такого химического анализа, очевидно, мы должны брать картину земной поверхности в том виде, в каком она нам теперь представляется. А сейчас большая часть земной поверхности резко изменена огромным многовековым трудом человечества, являющимся проявлением его созидательной жизни. Мы увидим, что с геохимической точки зрения труд человечества является одной из величайших геохимических сил, появление которой на нашей земной коре вызывает с геохимической точки зрения любопытнейшие вопросы общего характера. {...}

25. Это явление выступает на первое место в вопросах, изучаемых в геохимии. Здесь мы всегда должны принимать деятельность культурного человечества как такое же проявление естественных сил, как и все другие формы живой материи. Человечество является неотъемлемой частью живого вещества.

Несомненно, созданные его сознанием, волей и трудом сгущения и разрежения живой материи являются во многом иными, чем те сгущения и разрежения, какие наблюдались в девственных частях суши. Но тем более они должны быть химически изучены. Мы будем называть их *культурными сгущениями и разрежениями*. Таковы поля риса, всех хлебов, наши плодовые и цветочные сады, содержащиеся в порядке леса и луга. Но к ним должны быть прибавлены и многочисленные переходные формы. Появление этих культурных сгущений и разрежений могущественно повлияло на действительные их формы. Степь или прерия, не тронутые сохой, но на которые человек пустил стада домашних животных, химически не прежние степь или прерия. Лес, появившийся на пожарище, откуда человек при основном хозяйстве извлек несколько или одну жатву, не прежний лес, хотя бы человек и не трогал его, позволил ему восстанавливаться собственными силами Природы, как говорят, противопоставляя природу человеку, который, однако, является лишь ее небольшой частью. Мы знаем, что нужно много столетий, например, для того, чтобы после пожара появился сосновый или кедровый лес тайги нашего севера (в промежутке будет расти ель). И таких фактов множество.

В геохимии надо идти путем строгого наблюдения. Надо брать явление целиком, не выключая из него ничего на основании каких бы то ни было предположений. Культурные сгущения как реальный факт должны иметь в картине химического состава живого вещества как раз то значение, какое они имеют в данный момент земной истории. Их значение больше естественных сгущений, все быстрее меняющихся и исчезающих под влиянием культуры.

Любопытно, что, создавая вместо прежних сгущений новые – культурные, вместо тайги – поля, луга или культурные леса, человек одновременно создает и перемещающиеся массы живого вещества, подвижные сгущения, существующие, как мы видели, в океанах и на суше. Он продолжает и, может быть, усиливает ту огромную геохимическую работу смещения и передвиже-

ния химических элементов в биосфере, которую ведет в ней живое вещество в течение всей истории нашей планеты, на которой я остановлюсь позже.

Наряду с культурными сгущениями необходимо внести поправки в их неподвижные формы, приняв во внимание и эти новые подвижные сгущения, т.е. те новые расы домашних животных, которые созданы человеком и которые, очевидно, влияют чрезвычайным образом на геохимический обмен химических элементов. Их влияние может быть учтено лучше, чем влияние диких животных, так как количество и вес их нам более известны и больше обращают на себя внимание.

Однако здесь возникает для нас новый вопрос, связанный с понятием живого вещества, так как видовой признак не может быть с такой строгостью прилагаем к домашним животным, как к диким формам. Можно ли говорить, например, об однородном живом веществе для всех собак? Особенно потому, что и они, как и другие животные, произошли от разных видов. Поэтому здесь нам приходится обращать внимание на расы и иметь химические анализы наиболее обычных рас домашних животных как неизбежное добавление к анализу живого вещества культурных сгущений. Очевидно, и по отношению к расам необходимо брать для анализа видов только те из них, которые встречаются в большом количестве неделимых, так как только они сильно влияют на обычные геохимические процессы. Из многих тысяч рас домашних животных такое значение имеют немногие сотни.

Это изменение понятия живого вещества необходимо, однако, применять не только к домашним животным. Оно в не меньшем размере относится и к культурным растениям, так, например, едва ли можно сомневаться в том, что в расах пшеницы мы видим потомков нескольких видов. И для культурных растений однородное живое вещество должно относиться к расам, и соответственно на первое место надо поставить изучение тех сотен из многих тысяч, которые являются господствующими.

Количество рас растений гораздо значительнее числа рас домашних животных. Это видно, например, хотя бы потому, что для одного винограда в ампелографии учитывается около 1500 разновидностей.

Введение в химическое изучение культурных сгущений и рас домашних животных, наблюдаемых в больших количествах, ставит сразу на разрешение любопытный вопрос, имеющий большое общенаучное значение. Одинаков или различен их химический состав по сравнению с составом естественных сгущений и скоплений диких животных? Вносится ли этой работой человечества какое-нибудь коренное изменение в химическую среду биосферы, или мы имеем здесь дело с процессом, меняющим только морфологический лик земной коры без изменения ее химического состава, на что, по-видимому, указывает резкое противоречие между эволюционным изменением видов в течение геологического времени и неизменностью циклов минеральных процессов? Или же в человеческом сознании мы имеем ту силу, которая меняет – в направлении эволюции – неподвижные циклы геохимических реакций? Решить это может только точный количественный анализ, которого для этих тел и явлений природы мы не имеем.

26. Химический анализ в биологии. Таковы те данные химического характера, которые мы должны были бы иметь для самых основных и элементарных задач геохимического характера. Если мы теперь обратимся к тому,

что сделано в этой области в течение более чем столетней работы со времени создания точной аналитической химии, мы убедимся, как я уже указывал, что не сделано почти ничего, что геохимии сталкиваются здесь с почти незатронутой областью, почти с *tabula rasa*.

Любопытно, что и в этой области, как очень часто в других научных вопросах, мы видим, что нам приходится вновь идти по тому пути, по которому было пошла научная работа, но остановилась с течением времени. Вскоре после успехов новой химии, с конца XVIII в., со времен Лавуазье, а может быть, даже раньше, с середины века, со времен Руэля, и вплоть до середины XIX столетия, многочисленные химики анализировали и химически изучали все тела природы, какие могли достать, в том числе и виды растений и животных. Этим путем были сделаны многочисленные открытия, например йода и брома в водорослях, меди Ежоном в зеленых растениях и т.п. Эти старые работы заключают нередко интересные и по сей час указания, например указания Воклена на нахождение мышьяка и меди в организмах, но мы можем ими пользоваться с большим трудом, так как методы их работы не отвечают нашим современным требованиям. Они дали свое и создали аналитическую химию, но не имели продолжения. Создание органической, а затем физической химии, множество вопросов техники и других наук, требующих химического исследования, создание и проверка химических теорий отвлекли научную работу на другой путь. Со второй половины XIX столетия, с 1860-х годов, вопрос о химическом составе и свойствах организмов затрагивается почти всегда попутно, главным образом при решении разных физиологических, агрономических, зоотехнических или технико-химических проблем. Он уже не ставится с единственно всеобъемлющей широкой точки зрения – с точки зрения наблюдательного естествознания – точного описания природного явления. Химический состав организма не был признан характерным признаком вида, и его познание не казалось характерным проявлением животных и растительных социальных скоплений. Так, его приходится ставить только теперь благодаря геохимическим проблемам, вошедшим в науку. Мы возвращаемся этим путем к старым проблемам и вновь беремся за нить исканий, брошенную 60–70 лет назад, через несколько научных поколений.

Несомненно, среди массы фактов – тысяч химических анализов, которые мы имеем в своем распоряжении, – мы найдем данные по интересующему нас вопросу, но данные эти будут неполными и случайными и очень разной ценности. Мы воспользуемся, конечно, и ими для возможных выводов, но для огромных групп животного и растительного царств мы даже не имеем и их! {...}

27. Едва ли будет ошибочным утверждение, что значительно больше 90–95% видов животных и растений являются *terra incognita* в химическом отношении, что мы не-только не имеем для них каких-нибудь количественных химических данных, но что даже качественный их состав известен нам только по аналогии, допустимость которой – без поправки – в данном случае отнюдь не является ясной.

Познание химического состава организмов и качественно и количественно не может быть даже сравниваемо с познанием химического состава минералов. Оно отстало от него на несколько научных поколений и отвечает нашим знаниям в минералогии начала XIX столетия.

Основной причиной нашего незнания является пренебрежение химическим составом организмов как причиной, вызывающей то разнообразие морфологических форм живой природы, которое одно и захватило мысль человека. Лишь за последнее время в сознание человека начинает проникать представление о том, что организмы не только различны морфологически, но и химически, что каждому виду организмов, каждой однородной живой материи свойственны свои, ему только принадлежащие химические соединения, свой химический состав, отличающий его от других однородных живых веществ. Каждый вид организмов, каждое однородное живое вещество отличаются от других организмов не только морфологически, но и химически. Химический состав есть видовой признак.

Из этого довольно распространенного сейчас среди натуралистов взгляда не делается, однако, соответствующих выводов. Рассматривая современную литературу, мы видим в ней до сих пор как бы господствующим старое, не основанное на фактах воззрение на химический состав организмов как на общий для всех, единый для всего живого.

Предполагают все организмы составленными из одинаковой протоплазмы. Но химического анализа плазмы, сколько-нибудь отвечающего научным требованиям, мы до сих пор не имеем. Гипотеза о единстве плазмы обоснована морфологически и несет на себе отпечаток тех натурфилософских влияний, которые в свое время привели в биологии к великому открытию клетки и ее плазмы.

От единства состава протоплазмы перешли к единству и химического состава всего живого. В биологии мы сейчас наблюдаем, как я уже указывал выше, чрезвычайно смелый перенос химических представлений от одного организма к другому. Представления о составе одного организма, научно полученные, переносятся на другой, неизученный. Химия организма изучается так, как изучалась анатомия человека времени Галена. Несомненно, результаты получают не более блестящими.

28. Эти взгляды на химическое единство всей живой природы сказываются в том, что при химическом анализе организмов обращают внимание только на некоторые химические элементы, которые необходимы для жизни всех, без исключения, организмов. В этих химических элементах обычно видят те элементы, которые входят в состав общей для всех организмов первичной плазмы и в отсутствие которых организм не может развиваться. Это так называемые органогенные элементы.

Такое определение химического состава организмов медленно проникало в сознание натуралистов. Уже в конце XVIII в., после великих работ Лавуазье, Пристли, Кавендиша и ученых их эпохи, вошло в общее сознание значение для жизни газообразных элементов, полученных из воздуха, – С, Н, N и О. Блестящие успехи изучения газов оттеснили значение зольных элементов. Старые правильные представления об их значении Палисси в XVI в. и Рюккерта (1789) не были осознаны. Сенебье и де Соссюр в начале XIX в. ясно понимали необходимость для проявления жизни присутствия в организмах ряда химических элементов, помимо элементов, получаемых из воздуха. Но указания этих оригинальных и талантливых натуралистов мало обратили на себя внимания. К тому же вплоть до 1840-х годов не исчезали представления о том, что необходимые для жизни зольные части организмы создают себе

сами жизненной силой. Лишь с конца 1840-х годов видим мы окончательный отказ от этих представлений. Значение зольных частей растений ясно сознавалось к 1830-м годам многими видными учеными, например Декандалем в 1831 г. Шпренгель и Либих уже в конце 1830 – начале 1840 г. прочно установили значение для жизни зольных частей зеленых растений, получаемых из почвы, и Либих на этом основал всю свою теорию удобрения и выяснил значение ряда химических элементов на основании наблюдений над составом золы растений. Скоро к этим доказательствам присоединился и опыт. В наблюдаемой золе могли находиться и действительно необходимые для жизни растений химические элементы, и такие, без которых организмы могли обойтись и которые попали в их состав случайно, с почвой. Несомненно, в такой форме мысль эта заключает в себе уже гипотезу о случайности состава золы, но она господствовала среди натуралистов того времени. Отделить нужные элементы от случайных считали возможным путем опыта. {...} (ф. 518, оп. 1, д. 53, л. 10–30).

29. Эти воззрения получили особое значение с конца 1860-х годов, когда учение о протоплазме вошло в общее сознание натуралистов. Особенно ботаники обратили внимание на эти вопросы и поставили ряд соответствующих опытов в водных культурах. Понемногу они уменьшили количество химических элементов, необходимых для жизни всех растений, и в конце концов смогли низвести его до немногих простых тел химии – С, Н, О, N, P, K, Ca, Mg, Fe, причем для некоторых низших растений нахождение Ca оказалось ненужным, а неизбежность Fe для других организмов вызывала сомнение. Однако в этом выводе заключалось опровержение исходной идеи. Ибо, хотя бы по отношению к кальцию, оказалось несомненным неодинаковое отношение к нему различных растений. Одни из них не могут жить в водных культурах при отсутствии его солей, другие живут. Но то же самое начинало выясняться и для других элементов, как, например, для кремния. Однако это долго не было ясным, и, исходя из воззрений о существовании немногих органогенных элементов, ботаники, а затем и зоологи стали при анализах обращать внимание не на все химические элементы, а на некоторые, органогенные, т.е. на те, участие которых в организме или безусловно необходимо, или вероятно. Вследствие этого в подавляющем большинстве случаев другие химические элементы оставались без внимания. Это были элементы, которые в большинстве случаев – но далеко не всегда – встречались в минимальных количествах.

Зоологи, хотя и не могли опираться на такие точные опыты, в общем шли тем же путем и приходили к немногим химическим элементам, имеющим значение с точки зрения состава живой материи. Список этих элементов, встречаемых в составе животных организмов, был не раз составляем эмпирически, он длиннее списка ботаников и включает все органогенные элементы растений. Огромное большинство анализов и для животных организмов не выходило за пределы исканий этих обычных элементов, хотя для животных организмов, может быть, с еще большей очевидностью, чем для организмов растительных, на каждом шагу бросалась в глаза ошибочность основной идеи об общности их химического состава.

В последнее время мы наблюдали, однако, проникновение в науку новых представлений, которые делают совершенно невозможным продолжение такого отношения к химическим анализам живого вещества.

Во-первых, выяснилось значение для жизни и развития организма таких количеств химических элементов, которые, очевидно, не могут служить для построения тела организма, но тем не менее без них организм правильно развиваться не может. Таким элементам приходится придавать значение возбудителей или катализаторов. Явления этого рода были открыты давно уже, в 1869 г., Росленом для марганца (...), но обратили на себя внимание лишь в конце XIX – начале XX столетия. Сейчас накопилось очень много фактов этого рода, которые указывают нам на ту сложность химических процессов, которая наблюдается в живом веществе. Хотя количество таких элементов ничтожно в общем весовом составе организма, однако они всегда в нем находятся и в общей массе живого вещества составляют и по весу очень значительные массы. А так как очень многие из этих элементов принадлежат как раз к таким, которые и в биосфере находятся в небольших количествах, то роль организмов в их биохимической истории получает еще большее значение. В то же самое время значение для жизни организма небольших следов элементов требует и с биологической точки зрения изменения обычных приемов анализа и пересмотра старых, где все не «органогенные» элементы не были приняты во внимание.

С другой стороны, сейчас подвергнуты сомнению самые основы работы с водными культурами. Работы Мазэ над маисом 1914–1919 гг. показали, что маис не выживает в водных культурах, составленных исключительно из солей органических элементов. Он выживал в опытах прежних исследователей только потому, что взятые при опытах соли не были достаточно чисты и содержали следы других элементов, необходимых для жизни. Когда были употреблены более чистые препараты, маис в таких растворах пропадал. Опыты Мазэ, мне кажется, с несомненностью доказывают, что нет общей, одинаковой питательной среды для всех растений и, в частности, для маиса необходимо присутствие солей по крайней мере 18 химических элементов (С, Н, О, N, P, K, S, Ca, Mg, Fe, Cl, F, Zn, Mn, B, Al, J, Si), а для других растений *этот список будет иным.*

Благодаря этим опытам исчезает единственная опытная основа учения об органогенных элементах.

Очевидно, необходимо возможно скорее выйти из того положения, которое создано благодаря неверным предпосылкам, принятым за основание при ведении химических анализов. И прежде всего необходимо возможно быстро выяснить качественное распределение химических элементов в разных организмах.

Это вполне возможно и легко достижимо, ибо в спектроскопических методах исследования мы имеем могучий метод изучения, который быстро и точно приведет нас к полному решению этого вопроса.

Поэтому я нисколько не сомневаюсь, что спектроскопическое изучение живого вещества, которое я не мог произвести из-за отсутствия возможностей, будет сделано, так как оно вызывается всем развитием науки.

Едва ли лучшую картину представляет нам наше знание химического состава сгущений живого вещества и социальных скоплений (подвижных сгу-

щений), несмотря на то что мы имеем здесь дело с такими областями научного знания, как наука агрономическая и зоотехническая, в которых со второй половины XIX в. химический учет явлений получил огромное, почти преобладающее значение.

Для естественных сгущений данные совершенно случайны. Их почти нет. И в тех, которые имеются, мы не имеем химических анализов, относящихся к живому веществу или которые мы можем к нему отнести. И здесь данные получались случайными при решении других задач, для которых почему бы то ни было необходимо получить химический анализ.

Совершенно ясно, что во многих случаях получение чисел химического состава сгущения живого вещества само по себе является сложной задачей. Даже, например, в таком простом случае, как химический состав леса, где для получения чисел анализа необходимо проделать сложную работу: надо знать количественный состав леса, чисто ли он сосновый или же включает и другие породы, необходимо учесть живое вещество, которое заключается в почве, в находящейся на ней травянистой растительности, в животных, которые населяют лес.

Проще всего разбить анализ этого сгущения на отдельные его части. Однако сейчас в этой области совершенно не выработаны методы количественного весового анализа. Мы останавливаемся перед первой же стоящей перед нами предварительной задачей: как разбить лес на составные части, как определить процентный количественный состав его из различных растений и животных. Несомненно, это задача разрешимая. Если она до сих пор нигде не сделана, то это было только потому, что она не ставилась в науке. Но, разрешив ее, мы встретились бы с новыми затруднениями. Так, представления о химическом анализе основного элемента всякого леса-дерева, в данном случае сосны, как всякого большого организма, вызывает само по себе большие трудности, так как невозможно взять для анализа всю сосну и приходится пользоваться косвенными приемами работы. Некоторые упрощения вносятся в эту работу тем, что в лесном хозяйстве определяется количество продуктов разной цены, получающихся с данной единицы поверхности, и соответственно можно отдельно произвести анализ этих продуктов, отнеся их к живой сосне, т.е. отдельно произвести анализ древесины, сучьев и ветвей с иглами, корней. К сожалению, мы и здесь имеем немногие данные, которые мы не можем отнести к живому организму.

Но если, так или иначе, мы имеем некоторые данные для господствующей древесной породы леса, то для остального его населения у нас совсем нет данных, за исключением почв.

Для почв мы имеем огромное количество анализов, причем до некоторой степени смогли бы получить представление о количестве находящегося в них живого вещества по заключающимся в почвах С и N, но, к сожалению, мы не знаем, сколько углерода и азота почв входит в живое ее вещество и сколько является в форме мертвых соединений, возникших при его разрушении. Мы химически изучаем убитую, но не живую почву. Но в том, что мы называем ее гумусом, значительная часть С и N анализов относится к «живой» почве и к той части ее гумуса, которая состоит из микроорганизмов, из водорослей, бактерий, грибов, мельчайших живых остатков других организмов. Анализ почвы с этой точки зрения не сделан, но едва ли можно сомневаться, наблю-

дая почву в ее естественной обстановке, что она гораздо более проникнута жизнью, чем это мы думаем, беря ее высушенные и просеянные части для анализа. Почва – это мир сапрофитов и автотрофных организмов разного рода, непрерывно перемещающих ее химические элементы из живой среды в мертвую и обратно.

Сверх того, все анализы почвы дают нам едва ли верное понятие о химическом составе естественного тела, каким является почва, потому что в веществе, выбранном для анализа, всегда тщательно отбрасываются находящиеся в почве организмы и их остатки, т.е. из почвы для анализа выбрасывается наиболее богатая живым веществом самая верхняя ее часть. Таким образом, получаемое для анализа вещество отнюдь не тождественно с проникнутой жизнью почвой и не дает полного представления о ее химическом составе. Поэтому и для живого вещества почвы необходимо проделать новые анализы, а нельзя, к сожалению, использовать имеющиеся в нашем распоряжении тысячи уже сделанных.

Можно сказать, что мы имеем чрезвычайно мало данных для познания химического состава сгущений и не можем получить сколько-нибудь точного об них представления, не только количественного, но даже и качественного. И это относится не только к таким сгущениям, как леса, или луга, или степи, где, как мы видели, приходится с трудом комбинировать отдельные части целого, производить огромную предварительную работу, но и в более простых случаях. Так, например, никакого затруднения не представляет анализ планктона. Явления изменения планктона озер, который колеблется в своем морфологическом составе в связи с временами года, очевидно, связаны и с изменениями его химического характера. Сделать такие анализы не представляет особых трудностей, но те анализы, которые мы имеем, случайны и не дают нам ясного представления о составе планктона как о геохимическом явлении. А между тем мы имеем для озерного планктона следующие основные черты: 1) космополитичность морфологического состава на всей земной поверхности, 2) правильную смену по временам года в известном, мало, по-видимому, изменяющемся порядке и 3) его значение как пищи для огромного количества водных животных и насекомых. Очевидно, поэтому являются далеко не безразличными тождественность или различия такого планктона в химическом отношении. Не является ли по химическому составу планктон идентичным для всей земной поверхности, т.е. нет ли на Земле однообразного исходного химического материала для пищи самых разнообразных фаун? Нет ли химической правильности в составе планктона по временам года, на что, по-видимому, указывает постоянно повторяющееся обогащение озерного планктона диатомовыми, т.е. увеличение в нем кремния, а может быть, и алюминия к зиме? И если химическая правильность есть, то в чем она выражается в конечном итоге в геохимических процессах? Сейчас мы можем только ставить эти вопросы, хотя получить материал для них не представляет технических трудностей. Но данные до сих пор не получаются, так как интерес к этим вопросам недостаточен.

Еще более важные вопросы связываются с изменением *морского планктона*, ибо планктоны захватывают еще большую область и земной поверхности, и живого вещества и более грандиозны по своим размерам. И для них наблюдаются колебания состава связи с временами года, совершенно отве-

чающие пресноводному планктону. Но отсутствие этих анализов сказывается чрезвычайно печально на валовом составе воды океана. Мы изучаем при обычных наших анализах не реально существующую воду океана, а чисто отвлеченное построение – водный раствор. Этот водный раствор только и принимается нами во внимание во всех наших суждениях об океанических химических процессах и, очевидно, должен приводить – и приводит – к неверным заключениям.

Точно так же не по трудности работы, а по отсутствию сознания в ее необходимости не делается сейчас химическое изучение водных и земных *временных сгущений* живого вещества, например рыб во время перехода в реки (и обратно) во время нереста и в стадии мальков, туч саранчи и гусениц и т.д., явлений, совершающихся постоянно вокруг нас и имеющих огромное не только биологическое, но и геохимическое значение. Но фактов нет – нет ни одного анализа, и эти передвижения химических элементов по земной коре в форме живой материи являются для нас загадочными. Едва ли можно сомневаться в том, что они и с этой геохимической точки зрения отнюдь не представляют чего-нибудь случайного в неизменных круговых химических процессах земной коры, которые нам открыла геохимия, и их изучение откроет, может быть, и неожиданные сейчас явления природы.

Немного лучше обстоит дело, когда мы переходим к изучению с этой точки зрения культурных сгущений.

Здесь мы на первый взгляд как будто находимся в кругу химических расчетов, основанных на точном измерении, на весовых исчислениях, на химическом количественном анализе.

Уже с первой половины XIX в., после блестящих и глубоких работ Дэви, Буссенго, Либиха, с разных точек зрения направивших человеческую мысль в одном и том же направлении, начался целый поток работ во всех странах света. Уже десятилетия назад появились указания на безграничность материала, собираемого в этих анализах (Вольф, 1865), и действительно, здесь сейчас собран колоссальный материал цифр и химических данных, но в этом материале мы с трудом можем найти случайные и искомые числа, которыми мы можем воспользоваться для самого общего представления о химическом характере культурных сгущений и домашних животных, и растений. Геохимическая картина явлений и здесь очень неполна и потому неясна.

Однако все же кое-какие данные мы имеем. Есть анализы урожаев культурных посевных площадей, которые дают нам представление об одной из важных составных частей данного сгущения, о составе надземных частей растений – соломы, зерна, колоса, мякны. К сожалению, и здесь мы не имеем точного познания этого состава, так как он отнесен не к живому растению, а к высушенному при условиях, не дающих нам возможности точно восстановить числа по отношению к живому растению. Но приблизительно мы это сделать иногда все-таки можем. Мы не имеем еще двух элементов – анализа и определения количества подземных частей растений и полных анализов сорной растительности. При определении химического состава живого вещества почв мы встречаемся с теми же затруднениями, которые указаны выше.

Для лугов – естественных, но культурных, а также для искусственных – данные несколько меньше, они большей частью сводятся к анализу сена, причем опять-таки появляется то же затруднение, как и для полей, – трудность

определить и количественно и качественно ту потерю в химических элементах, которая произошла в сене после того, как растения, его составляющие, не могут считать живыми, но находятся в стадии завядания. Однако и здесь кое-какие данные мы имеем.

В обоих случаях в анализ входит только часть животного населения культурного сгущения, которая случайно попадает в сено и в меньшей части в пробу анализа. Огромная масса животного населения спасается при жатве или при кошени, и существование его совсем не отражается в химическом составе, нами получаемом при агрономических анализах.

Насколько я знаю, никогда не делались попытки количественно и качественно учесть животное население поля или луга; такая попытка требует довольно сложной работы, но отнюдь не является неисполнимой, по крайней мере в первом, довольно точном приближении.

Даже когда такой учет числа вредных насекомых делался, их химический состав оставался неисследованным.

Я не знаю никаких попыток химического учета сада, и очень мало данных можно найти в литературе для химического учета культурных древесных насаждений и культурного леса.

Из культурных сгущений мы имеем еще кое-какие обрывочные, очень недостаточные данные для водных культур – таких, как устричные мели или прудовые рыбные хозяйства. Здесь химический учет чрезвычайно мало вошел в жизнь по сравнению с полеводством и луговодством, и в связи с этим и данных у нас здесь еще меньше.

30. Переходя к подвижным сгущениям (скоплениям домашних животных), мы находимся в несколько лучшем положении. Кое-какие числа есть. В них, однако, есть два коренных дефекта, отражающиеся на всех наших выводах. Они, во-первых, также не отнесены к живым организмам и переход к ним является не менее затруднительным, чем мы это видели для культурных растений, и, во-вторых, в огромном количестве анализов не приняты во внимание расы анализированных животных. Наконец, и таких анализов имеется недостаточное количество.

При таком состоянии наших знаний о химическом составе живого вещества понятно, что мы можем точно подойти лишь к немногим геохимическим проблемам, для которых имеет значение химический состав.

Есть ряд вопросов огромной научной важности, которые получают для нас реальное значение только тогда, когда такое положение в науке будет изменено и когда мы подойдем и в области этого геохимического фактора к тому уровню знаний, какого мы достигли для минералов и горных пород (ф. 518, оп. 1, д. 53, л. 30–33 об.).

31. Вес организмов. Помимо химического состава, живое вещество в геохимии характеризуется еще своим *весом*. Уже указано было не раз, что наши сведения о весе живого вещества не в лучшем положении, чем наши сведения о его химическом составе. Во многом они даже меньше, и внимание натуралистов еще меньше обращалось в эту сторону.

Познание веса в геохимии необходимо с разных точек зрения. Это число необходимо прежде всего для получения количественного химического состава живого организма, о чем я уже говорил раньше.

Но вес имеет значение и во всех других задачах, связанных с химическим составом: мы встречались уже с ним и в проблеме о среднем составе живого вещества по сравнению с составом биосферы или земной коры, и в связи с вопросом о значении живого вещества в количестве каждого химического элемента и т.д. И будем встречаться во всех проблемах, на всем протяжении этой работы.

Это и понятно. Все химические дисциплины целиком основаны на определении массы, это понятие пронизывает всю геохимию, и, очевидно, на ее язык должны быть переведены все явления Природы, которые составляют задачу ее исследования, в том числе и живое вещество, поскольку оно изучается с этой точки зрения.

Но и помимо чисто химических вопросов, понятие о весе организмов – живой материи – имеет огромное значение в современном понимании Природы. Ниже я подробно остановлюсь на некоторых проблемах, с ним связанных, – на вопросе о том, представляет ли количество вещества нечто постоянное в земной коре, или же оно меняется в разные геологические периоды или в течение одного и того же периода. Существуют или не существуют постоянные весовые соотношения между крупными составными частями живого вещества и т.д.

Но, несомненно, затронутые вопросы – немногие из многих. Определенные веса организма, главным образом живой материи, должно лежать в основе всей нашей работы.

В идеале мы должны знать средний вес неделимого однородного живого вещества, должны знать вес разных типов сгущений и разрежений, вес главнейших однородных живых веществ, вес главнейших подвижных сгущений живого вещества, вес главнейших частей живого вещества, изучаемого с точки зрения его структуры. Эти общие цифры, очевидно, могут дать нам множество новых данных, когда мы станем рассматривать их с географической точки зрения.

Но на этом не кончается применение веса к решению биологических задач. Необходимо количественно, весовым путем, учесть все выделения живого вещества – экскременты, мочу, кожные отделения, опадающую листву, кору и т.п. Все это части огромной важности геохимического процесса, количественный учет которого дает нам возможность глубоко проникнуть в явления круговых процессов, идущих в коре нашей планеты. Эти эстетически нам чуждые проявления жизни имеют огромный для нас смысл, если мы попытаемся взглянуть на них с точки зрения жизни Природы, того явления, которое отнюдь не неправильно названо экономией Природы. Если бы мы смогли охватить их количественно, знать вес выделяемых живым веществом экскрементов в единицу времени на земной поверхности или на какой-нибудь ее части – в течение часа, года, века или тысячелетия, мы имели бы яркое представление об одном из важнейших орудий химической работы в механизме земной коры.

Еще большее, может быть, значение имеет определение веса тех частей остатков и выделений живой материи, которые переходят в земной коре в минералы – в фосфориты или невеллиты, угли, торфы или смолы, нефти, гипсы, серу, кальциты, целестины, малахиты, лимониты, марказиты, пириты, гидротроилиты и т.д. и т.д. – и выводят часть химических элементов, бывших в биохимическом обмене, на время из этого обмена.

Когда мы будем иметь все эти числа, возможно большой запас точных данных, мы получим отсутствующую для нас базу не только для понимания целого ряда явлений Природы, но и для решения ряда вопросов, важных для человечества с прикладной, практической точки зрения.

32. Удивительно, что до сих пор мы в этом отношении лишены какой бы то ни было точки опоры. Мы должны здесь начинать всю работу, нам необходимую сначала, и имеем ничтожное количество данных о весе, полученных случайным путем, во время решения тех или иных задач, где без этого обходиться было нельзя.

И это в то время, когда все наше научное мировоззрение проникнуто представлениями о значении веса.

Но такое положение биологии вовсе не является единичным и, по существу, не является случайным. Мы увидим, что в меньшей степени мы с тем же самым встретимся и в геологии, и даже в геохимии, в ее отделах, не связанных с живым веществом. Основанное на весе, наше научное мировоззрение создано бессознательной работой, и если оно проникнуто – а оно проникнуто понятием о весе, – это создано сложным путем случайного исторического развития, а не какой-нибудь руководимой разумом волей ученых.

Значение веса – массы – начало проникать в естествознание в связи с созданием новой механики, особенно после победы ньютоновского представления о всемирном тяготении в первой четверти XVIII столетия. В конце века новая химия всецело основывалась на весе и весы сделались одним из необходимейших приборов всякой лаборатории. По мере того как значение химии увеличивалось, вес в той или иной форме проникал все науки. {...}

Ни в одной из других наук вес не получал того значения, как в химии и связанных с ней частях других наук. Масса вещества, конечно, имела столь же большое значение в астрономии, но она являлась нам не в виде веса. В физике, геологических и биологических науках вес играл второстепенную роль.

Одновременно с этим вес широко используется в некоторых прикладных научных дисциплинах, связанных с хозяйственной деятельностью человека. Здесь значение веса и весовых исчислений, с одной стороны, сказывалось в науках, связанных с отдельным хозяйством, в науках о земледелии, полеводстве и зоотехнике, с другой – с хозяйствами отдельных государств или человеческого общества вообще – с политической экономией и статистикой.

Среди материала, подвергающегося учету в этих обеих отраслях знания, можно найти много данных для решения весовым путем разнообразных биологических вопросов.

Значение веса в этих вопросах стало ясным в том же XVIII в. и получило широкое признание в первой половине XIX в. В вопросах зоотехники и полеводства мы видим учет веса введенным в жизнь уже в работах немецких и французских хозяев-практиков, которые касались его из экономических соображений. Учет, вызываемый торговлей и обменом, был введен в жизнь вековой народной практикой. Однако он далеко не всегда, особенно для продуктов земледелия, выражался весом. Широкое распространение здесь имели разнообразные меры объема. Ими безразлично, одновременно с весом, пользовались и создатели современной агрономии – ученые хозяева, и практики второй половины XVIII в. – Дюамель во Франции и Тэер в Германии. В начале XIX в. начала проникать в агрономию химия, сперва под влиянием

Дэви (1813) в Англии, но прочное значение вес получил только после работ Буссенго (1834), Либиха (1840), Лооза (1843) и создания в 1840-х годах опытных земледельческих хозяйств и станций.

Весовой учет государственного хозяйства, в частности учет продуктов охоты, земледелия, зоотехники и т.п., тоже обративший на себя внимание только в конце XVII в., в середине XVIII в. вошел в практику со времени окончательного формирования современного цивилизованного государства. Но научное значение эти добытые для государственной жизни цифры получили только после того, как в XIX в. выросла новая статистика с ее методами учета и обработки статистических данных.

Этими путями – исходя из охвата биологических явлений химией и статистикой – мы имеем те немногие элементы, большей частью случайного характера, из которых могут слагаться наши представления о весе живой материи во всех ее проявлениях.

Эти знания явно недостаточны. Как бы ни смотреть на организмы, и особенно на составленное из них живое вещество, мы имеем в них дело с материей, находящейся в условиях земной коры в особом состоянии с точки зрения связанных с ней химических реакций и распределения в ней химических элементов.

Очевидно, мы можем точно – «мерой и весом» – изучать наблюдаемые в ней явления только тогда, когда мы будем основываться на нашем современном базисе при изучении материи из определения ее массы во всех тех случаях, когда это возможно.

Мы должны делать это и в тех случаях, когда вопрос касается совокупности организмов, т.е. живого вещества, и в тех случаях, когда это касается отдельного организма, т.е. в большинстве других отделов биологии.

Если это не делается до сих пор, то только потому, что целые области проявлений живого оставались до сих пор вне научного изучения.

33. Обращаясь к тому материалу, который у нас сейчас имеется в распоряжении, мы видим здесь, с одной стороны, материал, связанный с вопросами жизни человека, – материал статистического характера и, во-вторых, материал, связанный с разнообразными биологическими вопросами, – материал биологический в широком понимании этого понятия.

К первому роду материала относятся многочисленные данные о весе домашних и промысловых животных – дичи, скота, рыбы, птиц, пчел и т.п. Эти тела оцениваются как предмет национального богатства и мирового обмена, и при таком их общечеловеческом значении неизбежно они должны быть сведены к неизменной единице, каковой и является вес. Помимо общих данных о весе отдельных предметов ценностей (т.е. отдельных животных), мы имеем и общий учет их нахождения в отдельных странах и государствах и на всем земном шаре. Этот материал приходится искать в статистике экономической жизни – статистике торговли, в частности и в учетах национального богатства.

В тесной связи с этим мы имеем и статистику продуктов живого вещества, которая должна быть нами принята во внимание, – масла, воска, меда, сала, мяса, яиц, перьев, шерсти и т.п.

Еще больше материала, несомненно, дает статистика животноводства и птицеводства, которая нередко позволяет еще более углубляться в познание

весового понимания явлений жизни, так как при этом приходится принимать во внимание те изменения общего веса соответствующего живого вещества или продуктов, из него получаемых, которые производятся культурно.

Огромный материал этого рода имеем мы по отношению к растительным продуктам. Здесь весовые данные не касаются или редко касаются целых неделимых – элементов растительного животного вещества, но дают многочисленные цифры для весового учета частей организма или семян. Мировая статистика зерна, корнеплодов, фруктов, ягод, овощей, сена, лесных продуктов и т.п. дает нам огромное количество данных, с которыми, несмотря на все их несовершенство и на их неполноту, не может считаться геохимия.

Еще больше данных этого типа можно извлечь из измерений разного рода, которые накоплены за последние десятки лет на сельскохозяйственных и лесных станциях, опытных полях и лесных участках, опытных хозяйствах по разнообразным вопросам, возникающим в связи с тем значением, которое приобрело в этих прикладных дисциплинах химическое изучение отвечающих им явлений.

Из этих – в общем неполных и несовершенных – данных можно получить, однако, такие сведения о весовых явлениях в культурных сгущениях, которые совершенно отсутствуют для сгущений растительного живого вещества, не связанных с жизнью человека.

Большая масса таких данных собрана сейчас в учении о лесе и лугах. От них есть все переходы к естественным сгущениям, и такой переход сейчас наблюдается в целом ряде разнообразных попыток ботаников, понемногу пользующихся в своих приемах изучения естественных сгущений приемами, выработанными в прикладных дисциплинах.

Влияние экономических и статистических вопросов о значении весового изучения живого вещества и его продуктов, несомненно, разнообразным и глубоким образом складывается на перестройке и изучении не охваченных человеческой культурой свойств и нахождения живого вещества в земной коре.

Особенно это выдвигается теперь, когда вопросы экономики ставятся в науке (и жизни) в мировом, общечеловеческом аспекте. Так, уже в начале XX в. был поставлен на такую почву вопрос о питании человечества в ближайшем будущем, например в интересных работах Крукса.

Особенно ярко этот мировой аспект экономической статистики, касающийся живого вещества и его продуктов, стал в связи с мировой войной и разрухой последних лет, 1914–1921 гг.

Правда, к этим вопросам мы подходим с точки зрения интересов человечества, но ясно, что они выходят далеко из рамок такого рассмотрения, подводят нас к общим передвижениям и истории масс однородных живых веществ в земной коре.

34. Такое их значение сказывается на каждом шагу в тех изучениях, какие имеют место по отношению к природным явлениям, производимым вне всякого отношения к человеческой жизни.

Среди таких учетов на первое место по своему размаху должен быть поставлен учет микроскопического населения океанов, связанный с вопросом о питании рыб как ценного продукта человеческой культурной жизни [III]. {...} К сожалению, учет планктона не доведен до конца даже по отношению к тем

задачам, ради которых он делается. Мы не имеем в общем таких же учетов тех морских организмов, которые им питаются.

Но, несомненно, вхождение таких проблем в научную мысль очень сильно повлияло на интерес к весу, и мы имеем по отношению к морским организмам в связи с этим больше данных, чем по отношению к наземным.

По отношению к этим последним почти все наши знания собраны случайно благодаря возникновению тех или иных относящихся сюда вопросов при решении разнообразных частных задач.

Так, например, собрано много данных о весе *семян*, частью вследствие влияния прикладных ботанических дисциплин, частью в связи с некоторыми вопросами биологии и физиологии растений.

Во многих вопросах физиологии животных и растений приходится тоже считаться с весом организмов и их частей и попутно подходить к весовому их изучению, например, в вопросах обмена – питания, дыхания, экскретов. Например, для геохимии возможно воспользоваться количественными данными, с этой целью полученными для человека и некоторых млекопитающих.

Старые систематики-зоологи начали было давать веса организмов, ими описываемых, особенно для более крупных организмов. Так, например, всегда поступал Паллас. Но этот признак был отброшен последующими поколениями и заменен гораздо менее точным – и столь же изменчивым – понятием о размерах.

Главную массу нужных нам весовых данных мы должны сейчас искать разбросанными в архиве науки. Здесь мы найдем отдельные случайные наблюдения, иногда захватывающие большие группы организмов, сделанные *ad hoc* при решении частных задач. Таковы, например, измерения веса (индивидуального) млекопитающих при определении, очень одно время интересовавшем физиологию, количества крови в организме, но эти измерения затем прекратились и не вызвали систематического сбора фактов. Точно так же только случайный материал собран был и для позвоночных, когда при изучении физиологии мозга явилась необходимость определять отношение веса мозга к весу целого организма. Несмотря на то значение, какое до сих пор имеет весовое изучение мозга в антропологии, психологии и т.п., и на огромное количество труда, потраченного на такое его изучение в течение десятилетий, мы до сих пор не имеем одной из опор этого изучения – весового представления об организмах, с которым мы могли бы сравнивать вес мозга. Нечего и говорить о других попытках определить вес неделимых, например ничтожные данные о весе насекомых в разные стадии их развития, которые мы находим в отдельных работах по биологии насекомых, или случайные данные о весе растений в работах, изучающих их физиологию. Все это ничтожные единичные данные, к тому же обычно неполные, случайные, никогда и нигде не собранные и исчезающие для человеческого мышления. Даже если бы мы собрали все их, их было бы ничтожно мало для нашей цели.

35. Мы не имеем таких данных в достаточном количестве даже там, где мы могли бы их иметь или из которых мы должны бы были исходить для получения нужных нам весовых представлений о живой материи.

Мы могли бы получить ясное представление о весе живой материи однородных живых веществ, если бы мы знали: 1) количество неделимых каждого вида и 2) средний вес неделимого.

Знание одного среднего веса организма не дает нам возможности определить вес живого вещества, к которому он принадлежит.

К сожалению, здесь мы имеем лишь количественные приблизительные представления самого грубого характера, никогда почти не выражаемые сколько-нибудь точными цифрами. Говорится о редких или распространенных, обычных и многочисленных видах, но подсчетов не дается. В описаниях сгущений постоянно упоминается о наблюдаемых миллионах и тысячах неделимых, собранных или передвигающихся в какой-нибудь местности. Лишь изредка видим мы попытки более точных подсчетов, например определений количества неделимых передвигающихся крупных животных Южной Африки в описаниях некоторых путешественников, количества птиц, собирающихся в некоторых гнездовьях, на птичьих базарах, и т.п.

Ни в одной из тех наук, где можно было бы ждать этих данных, мы не видим сейчас систематического исчисления неделимых вида. У нас нет их подсчета ни для одного сгущения. Одно время вопрос о количестве неделимых был поставлен в географии растений, но он быстро исчез из кругозора исследователей и заменился представлением о количестве видов. Несомненно, трудности исчисления неделимых оказались слишком велики, хотя один из основателей географии растений, Гумбольдт, правильно вначале поставил вопрос о многочисленности неделимых в качестве одного из основных элементов картины Природы. Замена этого элемента частотой видов ничего не дала в течение более чем столетней работы, и нам приходится возвращаться вновь к идеям Гумбольдта. Необходимо, как мы видели ранее, исчислять количество живого вещества, собранного в сгущениях, а для этого в целом ряде случаев удобно знать число неделимых тех или иных организмов, входящих в состав сгущения. Несомненно, такое знание в значительной мере изменит и все наши представления в биологических отделах географии.

Лишь опять-таки по отношению к организмам, имеющим то или иное значение в жизни культурного человечества, мы имеем разнообразный материал *переписей*.

Главная масса наиболее научно обставленных переписей касается переписей человечества и культурных организмов. Даже и для человечества едва половина его охвачена такими переписями. Переписи культурных животных лишь начинают производиться в последние десятилетия, и ошибка, которая при этом получается, очень велика. Переписи делают возможным перейти к точным весовым подсчетам масс животных и человека только тогда, когда они дают нам понятие о числовом возрастном составе слагающих данные комплексы неделимых и когда мы знаем веса различных возрастов, в них входящих. Эти данные очень трудно сейчас точно учесть, и, несомненно, мы еще очень долго не будем здесь иметь вполне удовлетворительные данные.

В этом отношении наши знания о растительных скоплениях культурного характера, где весовым образом учитываются непосредственно веса разных частей растительной массы, дают гораздо более надежные результаты.

Но по отношению к таким переписям, производимым все-таки постепенно все более и более правильно и научно, еще более несовершенны случайные исчисления числа неделимых диких, но охваченных всецело человеческой культурой организмов.

Такие исчисления мы имеем случайно и всегда в связи с техническими потребностями человека. Главным образом подсчитываются животные, хотя иногда и растения. Так, не говоря об исчислении крупных культурных растительных организмов, например плодовых деревьев или кустарников на десятину, мы имеем подсчет приходящихся на данную площадь в диких растительных сообществах хинных деревьев или деревьев, дающих каучук.

Приобретают сейчас большое научное значение исчисления количества вредных насекомых на данной площади, которые начали производиться систематически в США. Аналогичные работы проводились у нас, например, талантливым натуралистом Курдюмовым в связи с переписью полезных для человека птиц и т.п.

Все подобного рода данные дают нам в руки богатый материал, который все увеличивается и будет увеличиваться по мере роста мировой статистики и ее неизбежного все большего значения в мировой жизни.

Любопытную форму такого статистического учета мы имеем сейчас в области микробиологии. Здесь в связи с заданиями гигиены начат и идет интереснейший учет вредных для здоровья болезнетворных микробов в окружающей нас среде – в воздухе, почве, воде, реке, озерах, океане. Мы получили уже здесь интересные числа, которые воспринимаются человеком даже слишком широко. Обычно он забывает, что метод этих исчислений бактерий не охватывает их веса. Это метод культур. Обычно он охватывает болезнетворные бактерии, иногда немногие из автотрофных организмов 2-го рода. За исключением их, однако, есть еще целый мир микробов, находящихся в той же среде, где захвачены данные организмы, и не улавливаемых применяемыми методами подсчета.

То же самое необходимо иметь в виду и по отношению не только бактериального, но и одноклеточного и грибного микроскопического населения почв, которое стало входить в научный обиход в последние годы.

Как бы то ни было, эти и многочисленные другие весовые измерения требуют внимания геохимика, но они могут быть им вполне использованы только тогда, когда будут соединены с химическим анализом.

Несомненно к тому же, что они составляют небольшую часть весового свойства живой природы.

Лишь тогда, когда сознание научного значения веса в этой области увеличится, мы получим все нужные нам данные для научной работы.

36. Нельзя сомневаться, что такое сознание должно охватить науку. Биология встречает сейчас подготовленную для этого почву в геохимии. Постоянно в самых различных областях ее мы видим попытки стать на эту точную почву научной работы.

И количество таких попыток все увеличивается. Однако они не получили еще признания и не подверглись систематическому изучению, кроме отдельных, относительно небольших областей Природы.

Одной из задач этой книги является возбуждение внимания и работы в этом направлении: в познании массы как живого вещества – масс организмов в земной коре, так и отдельного организма – масс отдельных его морфологических или физиологических частей.

До сих пор значительное число обобщений, связанных с весом, приняло в биологических науках другой облик, выражается не в единицах массы,

а в единицах пространства, главным образом в числах длины, реже – объема и поверхности. Несомненно, корни таких впечатлений от организма лежат в обыденном наблюдении явлений больших и малых величин организмов.

Из этих обыденных наблюдений, из здравого смысла выросли и все измерения натуралистов. Они вошли в жизнь как очень удобная форма точного представления об организме, и можно сказать, что измерения длины организмов охватывают сейчас всю область систематики и в зоологии и в ботанике. Эти данные являются очень важным признаком. Они существуют, вероятно, почти для всех видов и рас организмов.

В конце концов они сейчас вошли в жизнь в научной работе и совершенно вытеснили представления о весе организмов. К этому побуждает удобство их получения, однако несомненно существуют основания для целого ряда вопросов биологического характера не идти дальше таких измерений организма.

Можно рассматривать линейное измерение – длину – организма как такую величину, кубическая производная которой дает нам представление о массе тела. Это верно, например, при сравнении организмов одинаковой геометрической формы и в общем состоящих из одинакового вещества – для них отношения между их длинами будут отвечать кубическим отношениям их веса (массы). Так, например, для рыб веса их будут относиться, как кубы длины их тела. Это давно установленный эмпирический факт, который находится в связи с общими физиологическими основами существования организма. Такое соотношение у рыб связано с характером их обмена. Доказательством является то, что потребление, например, ими кислорода, тесно связанное с обменом веществ, неизбежно при увеличении или поддержании веса их живого вещества – пропорционально квадрату их длины.

Ибо обмен веществ у многих, но не у всех животных увеличивается не пропорционально их массе, но пропорционально их поверхности – площади, т.е. пропорционально квадрату длины в двух геометрически одинаковых организмах, длина которых относится, как 1:2, обмен их веществ относится не как 1:8, как относятся их массы, но как 1:4, подобно их поверхностям. Обмен, отнесенный к единице массы, тем меньше, чем животное больше. В связи с этим в крупном животном количество нового вещества, создаваемого в организме в единицу времени, вычисленное к единице его массы, будет меньше, чем в маленьком, более легком животном. Это связано с тем, что обмен веществ – пищи, тесно связанной с созданием новой живой материи, отнесенный к единице массы, как мы видели, должен быть меньше у тяжелых организмов.

Для целого ряда биологических вопросов можно пользоваться поэтому линейными размерами вместо весовых соотношений и даже иногда этим путем получать более простые данные. Однако это наблюдается далеко не всегда и не может быть распространяемо на огромное количество разнообразнейших проблем биологии и особенно геохимии.

Во-первых, указанной связи между линейной длиной и обменом веществ не наблюдается у огромного количества некоторых организмов, например ее нет у насекомых. Во-вторых, область возможного при этом сравнения ограничивается немногими вопросами и существует только для организмов оди-

наковой формы. Это все, очевидно, указывает на то, что измерения этого рода, как в моем случае, не могут заменить весовое определение, и если они делаются, то это является следствием научных привычек, но не истекает из сути дела.

37. В общем в этой области явлений мы не имеем достаточной продуманности и законченности. Здесь нет сложившихся навыков, но мы имеем целый ряд разнообразных частичных попыток выявления значения веса или ясно связанного с ним размера организмов при решении разнообразнейших вопросов биологического значения. В огромном большинстве случаев мы здесь лишь намечаем пути для будущего.

Среди явлений, связанных с весом, но выраженных в виде размеров, можно отметить некоторые обобщения палеонтологии.

Здесь обычно мы не имеем возможности взвесить организм, но можем заключить о его весе, исходя из его размеров. Впервые, кажется, Коп заметил изменения веса филогенетических ветвей различных организмов: по мере хода геологического времени выживающие формы увеличивают свои размеры (а следовательно, и вес) и затем вымирают. Коп связал этот свой закон с законом специализации. Это обобщение было развито Денером в особый закон *увеличения роста в филогенетических ветвях*. Он наблюдается почти во всех классах животного царства, но особенно резко выражен среди позвоночных. Он указал его для фораминифер, морских ежей, моллюсков, ракообразных и т.п. Для позвоночных – наблюдается у рыб, амфибий и особенно у млекопитающих разных порядков.

Формулировка этого закона как закона роста мне представляется явно неправильной, тогда как, формулируя его как закон увеличения веса, мы получаем совершенно ясное и понятное явление в жизни Природы. Ибо увеличение веса показывает большую энергию организма в добывании пищи, и, очевидно, организмы, имеющие благоприятные условия для своего развития, будут, каждый как автономная часть однородной живой материи, независимо от другого, стремиться достигнуть *maximum* проявления своей энергии, поскольку это позволяют внешние обстоятельства. Очевидно, мы будем видеть проявления этого в быстро развивающихся филогенетических ветвях, причем сохранение полученных размеров становится затруднительным, раз оно требует исключительно благоприятных условий для своего проявления.

Но есть целый ряд попыток нахождения законностей, касающихся не размеров, а веса. Любопытно, что их много находим мы в старой литературе у ученых не физического, а натуралистического направления в представлениях о Космосе. Так, путешественник начала XIX столетия Бурчелл обратил внимание на чрезвычайную разницу в весе больших млекопитающих под одними и теми же широтами в Африке и Южной Америке. Это наблюдение через несколько десятков лет было вновь вызвано к жизни Ч. Дарвином в описании им путешествия на корабле «Бигль». Казалось, существовали все условия для развития тяжелых млекопитающих в Южной Америке, но в ней не находилось ничего близкого носорогу, гиппопотаму или слону Африки. А между тем еще недавно – даже при человеке – в ней существовал мир тяжелых позвоночных, может быть, более тяжелых, чем эти млекопитающие. И Бурчелл и Дарвин не дали ответа на поставленный ими вопрос, но они пос-

тавили проблему и Дарвин собрал ряд данных о весе больших млекопитающих.

Другой пример представляет поставленный, кажется, еще в XVIII в. Бюффон вопрос о причинах мелкости неделимых на небольших относительно островах по сравнению с близкими им видами на континентах. Этот вопрос в XIX в. обратил внимание другого великого натуралиста дарвиновского времени – Уоллеса, также не только поставившего проблему, но и решившего ее. А между тем им давно пользуются как эмпирическим правилом для научных выводов. Так, им пользовался уже Кювье для доказательства малой вероятности открытия неизвестных человеку крупных млекопитающих: в частности он был неправ, но в общем вывод его, несомненно, был верен и проверен опытом времени.

К значению веса подходили и с другой стороны – в экспериментальной биологии. Так, например, Ритцема Босс указал на падение веса крыс при спаривании их в близком родстве в течение 30 поколений. Есть ряд наблюдений зоотехников такого же характера, но систематически они никогда не были сведены и обработаны.

В биологии тайнобрачных огромное значение имеет разная величина крупных и мелких спор. Различие размеров их иногда выражается отношением 100 000:1. При опылении ветром надлежащее соприкосновение тел таких различных размеров (10^{15} веса) могло бы происходить лишь крайне несовершенно и при чрезвычайном количестве микроспор. В результате подвижность микроспор была уменьшена и у растений выработались разные приспособления для соприкосновения больших и малых спор. И здесь мы имеем дело с явлениями веса, а не размеров.

Таких примеров можно привести много, но все они как-то терялись в науке, не вызвали до сих пор плодотворной работы в этой области знания.

Ярко видно это, например, в той судьбе, которая постигла одну из крупнейших идей, связанных с весом, – идею о постоянстве веса живой материи, о «количестве жизни», как выражался Бюффон, ее выдвинувший в XVIII столетии. Мы видим, что эта идея, вновь введенная в науку в середине XIX столетия биографом Бюффона физиологом Флурансом и независимо изложенная в виде физического закона к концу XIX в. другим физиологом – Прейером, пока бесследно прошла в науке. А между тем эта идея, которая кажется сейчас каждому натуралисту странной, как увидим, имеет длинную, нами забытую историю.

38. Вес в геологических науках. Дело в том, что в научной среде не было привычки мыслить количественно. Это чрезвычайно ярко сказывается в том отделе геологии, в который вошел отдел о влиянии организмов на окружающую природу, – в динамической геологии.

Весь этот отдел состоит из ряда отдельных фактов, как их собирали еще Гофф и Лайель в первой половине XIX столетия. Числа приводились здесь только в виде иллюстраций.

Изучая движение материальных частей на земной поверхности, будут ли это горные породы, лавы, воды, газы или организмы, ученые не охватывали явления во всем его проявлении в земной коре и не пытались свести их на проявление их массы, на определение их веса и скорости.

И до сих пор продолжается в этой области все то же самое отсутствие интереса к числу, неумение пользоваться количественным его применением.

Лишь в последнее время мы начинаем наблюдать в геологических науках новые течения. В области динамической геологии – создание во второй половине XIX в. *геофизики*, науки, тесно связанной с геологией и физической географией, всецело проникнутой физическими приемами изучения, резко изменяющей картину научных исканий в отвечающих ей отделах динамической геологии.

Геофизика – часть физики и геологии вместе. Она взяла материал исследования не только из геологии, но и из физической географии. А в ряде отделов физической географии – в учении об атмосфере или в океанографии – давно уже весовые приемы изучения материальных процессов получили то же значение, как в других отделах физики.

Сейчас к этому изменению привычек и взглядов геолога на значение числа и, в частности веса, которое происходит под влиянием геофизики, присоединяются требования новой отрасли геологии – геохимии. В ней необходимо учитывать вес химических элементов, вес их перемещающихся масс, все равно, будут ли эти массы являться нам в виде организмов, магм, горных пород или минералов.

Очевидно, такое изменение обстановки нашего отношения к весовому изучению живого вещества должно быстро отразиться в накоплении фактического материала.

Несомненно, получение веса живого вещества не всегда является простым и несложным, но здесь не место касаться методики этого вопроса, которая вырабатывается лишь при его искании.

39. Третьим элементом, характеризующим живое вещество, является свойственная ему *энергия*.

Тут мы находимся в еще худшем положении, чем по отношению к химическому его составу и к весу.

Понятие энергии, которое со второй половины XIX в. охватило все естествознание, уже при самом начале своего возникновения выявилось при изучении живого вещества. Основные принципы учения об энергии и основные законы энергетике были добыты и высказаны не только физиками, но и исследователями живого – Гельмгольцем и Майером. Оба они исходили при его установлении из явлений жизни.

Майер был даже больше биолог, чем физик, и его мировоззрение было в значительной мере натуралистическое. Он в яркой и образной форме выразил, как один из результатов своих достижений, представление об энергетической роли живого вещества, рассматривая все его механические и физические проявления в окружающем Мире как формы солнечной энергии, которая была захвачена хлорофилльным аппаратом зеленых растений и дала начало в организме новым химическим соединениям. Созданные ею из минеральных продуктов Земли зеленые растения представляли собой, по его представлениям, механизмы земной коры, аналогичные аккумуляторам, медленно в течение своей жизни тратившие на земные процессы солнечную энергию.

Животные всецело зависят во всей своей жизни от энергии, удержанной хлорофилльными растениями из солнечных лучеиспусканий. Жизнь есть проявление этой энергии.

Майер имел совершенно ясное представление об энергетическом значении организмов в окружающей природе, которую он мыслил и чувствовал как единое. Но воспринявшие учение об энергии биологи обратили главное внимание на ее значение в организме и не пошли по пути, указанному Майером. На него мы вступаем только теперь в геохимию, которая как раз имеет дело с геохимическими процессами в биосфере, столько же созданными энергией солнечных лучей, захваченных хлорофилльным аппаратом, как и химические процессы, идущие внутри организма, связанные с его питанием, дыханием, движением, нагреванием и т.д. И подобно тому, как мы это наблюдали в организме, проявлением этой космической энергии являются в земной коре не только химические процессы, но и процессы физические, в частности механические и тепловые.

Обобщение Майера явилось последним основным положением нашего понимания питания растений, связанного с открытием Пристли – за 70 лет до него – выделения свободного кислорода зеленым веществом, живую природу которого как организма доказал тогда же Сенебье. И может быть, больше всего продвинулось изучение энергетики живого вещества в области как раз процессов, связанных с хлорофилльными организмами.

Но эта энергетическая роль зеленого вещества является общим свойством живой материи.

Мы можем сейчас рассматривать явления энергии в организмах совершенно параллельно явлениям материальных в них изменений. Мы имеем такой же ток энергии через организмы, как и через материю. Организм не только меняет материальные процессы в земной коре, но меняет и энергетические. Действие каждого организма незначительно, но, взятое в сумме, оно является могучим процессом на земной поверхности, и изменение энергии земной коры живой материей совершенно аналогично изменению ее перемещением в ней химических элементов.

Точно так же, как, по представлению Кювье, прекрасно выражающему перемещение элементов, каждый организм представляет жизненный вихрь, постоянно поглощающий атомы материи, частью их удерживающий, частью выделяющий, частью только проводящий их через себя, частью заменяющий одними атомами другие, – такой же вихрь он образует и для явлений энергии.

Это представление, впервые, кажется, высказанное Пастером, прекрасно определяет влияние организмов на земные энергетические процессы.

Энергия поглощается организмом, в нем переходит из одной формы в другую, выделяется из организма, притом частью производит внутри его работу, частью проходит его, не изменяясь. Каждый организм представляет своеобразную энергетическую машину, а разнообразные совокупности организмов (живые вещества) являются местами сложнейших энергетических превращений.

Скопления организмов имеют огромное значение не только с материальной – химической, но и с энергетической точки зрения. Совершенно так же, как не может быть понята химия земной коры без принятия во внимание живой материи, точно так же не может быть понята без учета живой материи и ее энергетика.

В связи с этим изучением возникает ряд различных вопросов, из которых я здесь остановлюсь на немногих.

Одним из первых вопросов, стоящих перед нами в этой области, является вопрос о том, имеем ли мы дело при этом с обычными формами энергии, или же есть в живом веществе новые формы энергии, отсутствующие в мертвой материи.

Впервые, кажется, Оствальд высказал это мнение, причем он предположил, что эта особая форма энергии объясняет и само явление жизни, в частности сознание. Идея Оствальда имеет приверженцев, но никаких данных, подтверждающих существование особой энергии, отвечающей живому веществу, мы до сих пор не имеем. Может быть, наиболее ярко подошел к этим формам энергии Дастр. Он указывает, что эти формы энергии однородны и с другими формами энергии и отличаются от них постольку, поскольку эти последние отличаются друг от друга. Они проявляются в явлениях, которые наблюдаются в тканях и которые мы не можем сводить в конце концов к обычным типам физических и химических явлений. Характерно для этих форм энергии то, что они принадлежат к числу промежуточных форм энергии, которые не проявляются в начальной и конечной стадии явления, в которых мы, например для животного организма, имеем дело с проявлением химической и тепловой энергии.

Но все эти представления не выходят за пределы теорий. До сих пор мы не имеем никаких реальных данных, подтверждающих эту гипотезу. Предположение об особой форме или формах энергии, характерных для живого вещества и отличающих его от мертвой материи, не дает нам ни малейшего увеличения нашего знания о психических процессах, происходящих в организмах, и о высшей их форме – о явлениях сознания.

Из работ Рубнера и Атуктера выясняется невозможность свести духовную работу организма, работу его сознания в цепь энергетических процессов. А между тем мы увидим позже, какое огромное значение имеет работа человечества и вызванных его сознанием природных сил в геохимических процессах. Мы вынуждены поэтому искать и в этой работе проявления чего-то иного, неизвестного нам до сих пор в материи мертвой и охватываемого там энергией; того, что в области организма пытаются привести в наукообразную форму в виде нового представления о не связанной с энергией жизненной силе, энтелехии, доминантах и т.п.

Все эти понятия и представления дают нам пока чрезвычайно мало. Нам удобнее оставаться пока на реальной плоскости фактов, оставляя объяснение их для будущего.

Нам приходится и здесь пока довольствоваться лишь констатированием факта, что в области геохимических явлений мы видим проявление какого-то такого свойства живой материи, которое мы не можем привести к ее химическому составу, массе или энергии и с которым мы не встречаемся в явлениях природы безжизненной. Будущее более глубокое изучение энергетики вопроса, может быть, позволит нам выяснить это явление более точно. Это свойство живой материи выражается как в организме, так и в его воздействии в земной коре, в частности в геохимических процессах, ею вызванных, в способности живой материи регулировать проявления энергетических процессов.

Такое регулирование энергии живой материи есть непреложный факт научного наблюдения. Таким же фактом остается для нас до сих пор и то, что мы не можем вывести его в схему нашего построения Природы, основанного на научных понятиях материи и энергии.

В энергетических достижениях необходимо еще отметить с геохимической точки зрения то представление о строении живого вещества, которое связано с источником его энергии. Оно было введено в науку физиологом Пфлюгером в его делении организмов на группы на основании условий их существования в связи с источником их *пищи*, т.е. веществ, поддерживающих их энергию. Пфлюгер выразил здесь особыми словами то, что ясно понималось отдельными исследователями в XVIII столетии, например Лавуазье или Принглем, и что более точно было с химической точки зрения развито Дюма и Буссенго в 20-х годах прошлого столетия, с энергетической – немного позже Майером.

Рассматривая живой мир, Пфлюгер выделил в нем автотрофные организмы, которые в своем существовании зависят исключительно от минеральной среды и не связаны с другими организмами. Источник их энергии – их пища – состоит из минералов, а получают они ее благодаря способности использовать для этого энергию солнечного луча. Аппаратом такого ее использования являются хлорофилльные зерна их клеток. Эти организмы могут существовать в отсутствие всех других организмов. Все другие организмы будут или гетеротрофные, или миксотрофные. Гетеротрофные организмы всецело зависят в своей пище – в источнике свойственной им энергии – от сложных углеродистых соединений, изготовленных автотрофными организмами. Без них они существовать не могут. Миксотрофные организмы пользуются обыкновенными методами добывания пищи и, очевидно, без автотрофных организмов существовать не могут.

Мы будем пользоваться этими обобщениями Пфлюгера во всем нашем дальнейшем изложении, так как оно чрезвычайно удобно для выяснения геохимических проблем.

Очевидно, источником, добывающим для всей живой материи энергию, связывающим ее с энергетической точки зрения с мертвой средой, в конце концов будут автотрофные организмы. Гетеротрофные организмы, по-видимому, запаса этой энергии не увеличивают.

Когда Пфлюгер давал свое обобщение, он знал только одну группу автотрофных организмов – зеленый хлорофилльный мир и один источник их энергии – космическую лучевую энергию Солнца. Если и можно было бы допускать влияние других космических лучевых энергий, например звезд, влияние это так же мало сказывалось в изучаемых актах, как их влияние на процессы климатологии и метеорологии.

Через немного лет Виноградский сделал великое открытие новой формы автотрофных организмов, независимых в своих проявлениях от лучевой энергии Солнца. Эти низшие формы жизни – мир своеобразных бактерий – получают из минералов целиком всю энергию своей жизни, они пользуются для этого природными соединениями, богатыми кислородом.

Открытие Виноградского имеет огромное значение, как увидим, во всех проблемах, связанных с геохимической историей живого вещества, и мы в дальнейшем изложении с ним не раз встретимся. По-видимому, мы находим-

ся здесь еще в начале откровений, которые дает нам научная работа по пути, открытому впервые Виноградским. Заметим лишь, что полная независимость этих организмов, которые мы будем называть автотрофными организмами 2-го рода, от энергии Солнца не может считаться доказанной, но она, во всяком случае, является зависимостью иного порядка, чем энергетическая связь с Солнцем зеленых растений.

Явления энергетики живого вещества, как они проявляются нам в геохимических процессах, должны обращать на себя самое большое внимание исследователей, но, к сожалению, они не могут при современном состоянии науки быть приведены в такую удобную для научной работы форму, как изучение химического состава или веса живой материи и связанных с ней продуктов.

Сознание первостепенного значения энергетики охватило все мировоззрение натуралистов, и тех, которые склоняются к физическому мировоззрению на Космос, и тех, которые подходят к натуралистическому мировоззрению на Природу. Но она далеко не проникла так же сильно в практическую науку и научную работу. Даже в химию она не вошла еще в полной мере. Геологический цикл наук она захватила еще несравненно меньше.

В этих науках мы только приближаемся к возможностям пользоваться их великими указаниями, когда переходим от общих схем к реальным научным фактам. Наиболее близко подходим мы к точному числовому охвату явлений с энергетической точки зрения в геофизике и геохимии, но и тут научная работа в этом отношении резко отстала от химии, не говоря уже о физике.

Необходимо по возможности собирать относящийся сюда материал, так как ясно огромное значение всех этих фактов для будущего развития всех геологических наук.

Может быть, особенно ясно становится нам это благодаря вхождению понятия живого вещества в круг изучения геохимии. Живое вещество является не только источником вещества для геохимических процессов, но и источником свободной энергии, их поддерживающим: на каждом шагу мы будем встречаться с таким его значением. Оно проявляется в истории всякого элемента.

Оно резко проявляется и в области земной коры, где сосредоточено живое вещество, – в биосфере. Биосфера, выделенная как особая земная оболочка 45 лет назад Эдвардом Зюссом, является самой активной земной оболочкой с геохимической точки зрения. Для нас выясняется своеобразная картина строения нашей планеты. Не только в климатологии и метеорологии, но и в геохимии и минералогии явления изменений – химические процессы – связаны не с энергией глубоких слоев земной коры или Земли, а вызываются энергией Солнца, космической энергией, приходящей на Землю извне. Источником изменений является богатая жизнью поверхностная пленка планеты. Аккумулятором космической энергии, распределителем ее в минералогических и геохимических процессах является сосредоточенное в ней живое вещество. Очевидно, чем больше и точнее мы будем знать его энергетические свойства, тем яснее станет нам весь процесс химических изменений земной коры, доступных нашему изучению.

Но такое изучение далеко не безразлично для самого понимания явлений энергетики. Как все физические концепции, так и представления энергетики в последние десятилетия находятся в непрерывно подвижном состоянии. Они изменяются и приспособляются к новым взглядам, новым теориям и новым фактам, открываемым физикой. Вступив бесстрашно и смело в область теоретических построений, современная физика тем самым неизбежно приняла в себя некоторые основные черты не строго научных, а философских достижений. Ее законы и ее теоретические механизмы Космоса всегда многообразны, как это ярко подтвердил недавно один из крупнейших ее представителей. Логический анализ, углубляясь в понятия, основанные на реальном наблюдении природы, откуда берет свои понятия и теоретическая физика, всегда находит во всякой формулировке непримиримые противоречия, так как разум не в состоянии охватить целиком ни одного природного проявления и выводы из созданного им понятия никогда не будут всецело совпадать с наблюдениями следствий из отвечающего понятию природного явления.

Сейчас в энергетике мы имеем разные течения, коренное изменение наших представлений об энергии, какое вытекает из квант Планка, углубление в явления энергетики, в которых отсутствует второй закон термодинамики, – принцип Карно.

Особенно эти представления, которые привели уже нас к своеобразной статистической концепции Вселенной, имеют огромное значение для понимания геохимических явлений. В геохимических процессах, связанных с живым веществом, мы имеем дело со статистическим явлением, подчиненным принципу Карно, но объекты, охватываемые живым веществом, могут ему не подчиняться.

В связи с этим изучение энергетики проявлений жизни приводит к изменению основных понятий энергетики, в частности к созданию учения об эктропии, тесно связанного с космогоническими энергетическими представлениями и с живой материей. Как раз областью проявления эктропии и должны были бы являться геохимические проявления живой материи. Можно или нет видеть в них эти проявления, покажет будущее, но (будет ли ответ положительным или отрицательным), несомненно, ввиду важности затронутых здесь вопросов они настойчиво требуют тщательного изучения энергетики живого вещества в связи с геохимическим его значением и проявлением.

Во всех до сих пор рассмотренных геохимических проблемах изучения живого вещества мы должны принимать во внимание не только современный момент. Необходимо, как мы это увидим, учитывать и его изменение в течение геологического времени.

Это явление – общее для всех без исключения заданий геологического характера, и на нем нет надобности здесь подробно останавливаться. В дальнейшем изложении мы встретимся с постоянным применением этого хронологического принципа (ф. 518, оп. 1, д. 53, л. 34–55).

НАЧАЛО И ВЕЧНОСТЬ ЖИЗНИ

Самопроизвольное зарождение и вечность жизни.

Связь между живым и мертвым в биологии.

Начало и вечность жизни в геологии и геохимии.

САМОПРОИЗВОЛЬНОЕ ЗАРОЖДЕНИЕ И ВЕЧНОСТЬ ЖИЗНИ

40. Огромное научное значение – первостепенное для изучаемых нами явлений геохимии – имеет учение о самопроизвольном или первичном зарождении организмов – *generatio spontanea s. acquivoca*. Это учение отрицает единообразное происхождение всех организмов от себе подобных, всего живого из такого же живого, и допускает многообразные способы зарождения живого организма. На протяжении многовековой истории науки эти способы зарождения получили различные названия, длинный список которых, отчасти как *memento* погибших идей, восстает перед нами из архивов истории: *generatio spontanea, aviginaria, acquivoca, primaria, primigena, primitiva automatica, аутогония, архигония, архибюз, абиогенез, гетерогенез...* Только в форме этого учения странным образом научная работа подходит к основному для понимания геохимических процессов вопросу о соотношении между живой и мертвой природой, вопросу о том, есть или нет непроходимая – в природных процессах – грань между этими двумя формами вещества – вещества косного и вещества, охваченного жизнью. В истории человеческого сознания этот вопрос, связанный, в свою очередь, логически с еще более глубокой проблемой о сущности жизни, до сих пор является почти всецело уделом философского или религиозного творчества. Этим самым он в своей общей форме, в сознательном, планомерном изучении, охватывается лишь философскими и религиозно-поэтическими формами достижения истины – логическими построениями разума и поэтическими или проникновенными вдохновениями сознания.

Исторически сложилось так, что этот вопрос в области научной мысли прямо не ставится, разрабатывается только попутно. Его разрешение научным путем ищется – при изучении явлений зарождения организмов. Он должен при этом выявиться как следствие той или иной формы зарождения. Уже в течение почти трех столетий в науке поставлен вопрос о том, как зарождается отдельный организм, является ли он всегда производным другого такого же организма или же в некоторых случаях может появиться независимым от таких же организмов путем. Если бы оказалось, что всякий живой организм всегда в природе может происходить и происходит из такого же организма и никогда организм не может возникнуть вне организма, путем какого-нибудь своеобразного процесса, возникшего в косной материи, – тем самым было бы доказано, что между живой и мертвой материей в природных процессах есть непроходимая грань и что мы должны искать научное объяснение этого различия. Этим путем, таким образом, совершенно не касаясь философских и религиозно-поэтических обобщений, мы должны были бы вплотную научно подойти к вопросу о коренном различии между живым и мертвым, которое должно, конечно, проявляться в нашем научном представлении о Природе.

Наблюдая ход истории мысли в этом вопросе, мы сразу сталкиваемся со своеобразным, можно сказать парадоксальным, явлением. Неуклонно в течение всего времени, когда вопрос о зарождении организма был поставлен в науке, начиная с начала XVII в., мы видим, что всегда он решался в науке однообразным путем – всегда и неуклонно, без существенного исключения, приходили к заключению, что живой организм происходит от живого же организма, и все те случаи, когда предполагался какой-нибудь другой процесс, оказывались неверными и получали иное объяснение. В этом заключается вся история этого вопроса.

И вместе с тем постоянно и неуклонно человеческая мысль выдвигала новую область явлений, куда переносила создание живого организма непосредственно из косной материи, и, несмотря на все противоречия трехсотлетнего опыта человечества, глубокая вера в возможность этого процесса незыблемо существует в человеческом сознании и могущественно влияет на научную мысль, до сих пор живо сказывается в научной работе. Все так же живо, по существу, стоит вопрос о происходящем или происходившем когда-то у нас на Земле превращении в живой организм мертвой, косной материи, как он стоял 2200 лет назад перед Аристотелем. И едва ли ошибочным является впечатление, что мы подходим к новой вспышке учений о произвольном зарождении, которая опять отбросила область, ей доступную, за пределы точно изученного царства организмов. Как бы то ни было, нельзя считать окончательно научно решенным вопрос о существовании – или отсутствии – гетерогенеза или абиогенеза по отношению ко всем доступным нам проявлениям живого.

В связи с этим в науке не поставлен до сих пор прямой вопрос и о причинах коренного различия между живым и мертвым веществом, и наоборот, считается научно правильным исходить во всей работе в этой области из постоянно опровергаемого научным опытом представления о том, что нет в природных процессах резкого различия между живой и косной материей.

41. Причиной такого странного явления в истории идей является то, что научное мировоззрение каждого времени отнюдь не является результатом только одной научной мысли и научного творчества. Оно проникнуто и охвачено созданиями объединенного знания – здравого коллективного смысла, философского искания, религиозного переживания, поэтического вдохновения. Под их влиянием идет научная работа и направляется научная мысль, причем, в сущности, только благодаря помощи со стороны, проникновению научно создаваемой картины другими созданиями человеческого гения, создается возможность цельного научного представления о Вселенной. Однако это представление мозаично и части его не равноценны, требуют к себе критического отношения.

При современном состоянии науки для нее имеют наибольшее значение философские составные части нашего научного мировоззрения – они отражаются чрезвычайно резко и глубоко на нашем научном мышлении, и на них нам необходимо остановиться прежде, чем выяснять картину идей и достижений в учении о зарождении жизни. Как раз философские представления об отношении мертвой и живой материи ярко отражаются и на всех научных построениях о зарождении организмов, сдерживают и заглушают данные текущего и векового научного опыта.

В философских построениях крепко упрочилось представление об отсутствии резкой грани между живой и косной материей. Являются исключением также системы, которые ставили бы эту грань в резкой форме, и они не имели влияния на человеческую мысль. Мы видели даже, что в идеалистической философской мысли понимание жизни отделилось от живого организма, приняло чрезвычайно широкий и абстрактный характер и как таковое потеряло свое значение для конкретной научной работы. Но каково бы оно ни было, несомненно, что все главнейшие монистические системы философии (...) не дают места коренному различию между живым организмом и внешней мертвой природой, так или иначе сводят их к общим принципам. Не менее исчезает это различие и в дуалистических и плюралистических системах, так как в них в действительности основой деления являются не признаки, характеризующие живое или живой организм, но по своей сущности независимый от живого в научном смысле, могущий проявляться как в живом, так и вне его духовный элемент Природы.

Благодаря такому характеру философских воззрений эта идея о тесной и неразрывной связи живого и мертвого охватила человечество глубочайшими нитями и вековой культурной работой внедрилась в научную мысль.

В частности, по отношению к вопросу о самопроизвольном зарождении жизни в философской литературе мы встречаемся с признанием ею логической неизбежности даже в тех случаях, когда различие между живым и мертвым в Природе ясно сознавалось в философском миропонимании. Очень ярко это сказывается у такого мыслителя, как А. Шопенгауэр (1788–1860), который был вполне образованным человеком и в области естествознания своего времени. Шопенгауэр был одним из немногих мыслителей, которые ясно признавали, что граница между органическим и неорганическим есть граница, наиболее резко проведенная во всей Природе, может быть, единственная, на которой не допускалось никаких переходов; так что положение *natura non facit saltum* здесь как будто оказывается исключением, и в то же время Шопенгауэр являлся не только сторонником представлений о самопроизвольном зарождении, господствовавших в его время и которые сейчас нам кажутся резко противоречащими научным данным даже того времени, но и считал допущение той или иной формы самопроизвольного зарождения – в самом крайнем проявлении учения абиогенеза или археогенеза – логической необходимостью, раз только мы будем считать происхождение живых организмов в Мире так или иначе объяснимым. В происходившем в последние годы его жизни великом споре между сторонниками гетерогенеза, которым он интересовался, он считал противоречащим здравому смыслу то течение, которое в действительности победило в науке, течение, отрицавшее гетерогенез для микробов, грибов, инфузорий.

То же самое настроение мы наблюдаем и у других мыслителей, придававших живому огромное значение в философски создаваемом Космосе.

На почве этих философских течений выросли в последнее время две философские системы, тесно связанные с ростом естествознания и имеющие в прошлом многообразные, сейчас большей частью забытые проявления.

Это системы, которые признают жизнь, живое как один из основных элементов Космоса, и они не могут избавиться от необходимости дать представление о его зарождении в современной форме, переносят вопрос о его

генезисе в былые стадии Вселенной, в чуждую современности далекую космическую обстановку. Такими философскими метафизическими системами, далеко не безразличными для современной науки о Природе, являются философские учения Фехнера и Бергсона. Другую оригинальную глубокую картину зарождения жизни развил младший современник Шопенгауэра Г. Фехнер (1801–1887), не только вполне владевший наукой своего времени, но и оставивший в ней глубокий след. Фехнер, может быть, сделал наиболее глубокую попытку примирения идей самопроизвольного зарождения с идеей о вечности жизни, и его философская система, может быть, наименее противоречит тем течениям, которые сейчас вырисовываются в современном ходе научной работы. Это совпадает с тем увеличением интереса к Фехнеру, которое сейчас наблюдается в мировой философской мысли. И Фехнер в своей системе, выдвинув на первое место в понимании мира живое, в то же время дал в ней место явлениям самопроизвольного зарождения.

Та же атмосфера мысли проявляется и в самостоятельных философских исканиях следующего времени, нашего поколения. Бергсон, точно так же, как Фехнер, придающий жизни огромное значение в общей картине мироздания и точно так же ясно сознающий вечность жизни, в то же время не может отрешиться от идеи самопроизвольного зарождения, археогенеза, принимаемого им, как и Фехнером, в космическом, а не земном масштабе.

Фехнер и Бергсон являются наиболее яркими представителями философских течений, для которых извечное существование принципа живого во Вселенной есть основание их *credo*. Но и они признавали некоторую форму зарождения жизни, переносили ее в чрезвычайно общей, чуждой конкретному представлению натуралиста форме в эволюционный процесс материи, отделяя жизнь от организма. Жизнь вечная, но жизнь в организме создана мировым процессом. Нечего и говорить о тех философских системах, а их большинство, для которых исчезало различие между живым и мертвым или потому, что не создавались конкретные данные научного знания, или потому, что и живое и мертвое теряло свое реальное значение перед более общими принципами миропонимания. В этих системах признание постоянного между ними перехода – не только при смерти благодаря распадению организма в косную материю, но и возникновение его самопроизвольным зарождением из мертвой природы – являлось или неизбежным, или казалось ясным и вероятным.

42. В тесной связи с таким состоянием философского мышления, с философской атмосферой человечества, должно быть поставлено проникающее все научное мышление XIX – начала XX в. *стремление свести все процессы, наблюдаемые в живых организмах, на процессы, изученные и логически построенные на свойствах мертвой природы.* Это стремление выражается ярко в той задаче, которая ставится нередко биологией: объяснить жизнь физико-химическим путем. Это стремление не основано и не вытекало из эмпирического материала науки. Генезис его надо искать точно так же в истории философского мышления.

Если в вопросе о грани между живым и мертвым философия ограничивала научную мысль, не давая ей поставить проблему, вытекающую, казалось бы, из данных научного наблюдения, о резком различии живого и мертвого, то в этом случае мы должны признать скорее благодетельное влияние фило-

софского мышления на научную работу. Ибо благодаря такому стремлению перед нами охватывается методами точного знания новая область явлений, возникают научные обобщения, которые могут быть получены только при сознательном усилии, при большом и тяжелом труде, направленном к поставленной цели и извне от фактов Природы.

Без такого готового убеждения, при хотя бы неосознанно проникающем науку чувстве резкого различия между живым и мертвым, в науке не имела бы места огромная часть той плодотворной опытной и наблюдательной работы, которая характеризует биологию XIX и XX вв. Только благодаря такому – идущему наперекор большинству точных фактических данных – стремлению из бесконечной области явлений жизни удастся выделить те, которые могут быть сведены к рамкам явлений, изученных на косной материи и нам более или менее хорошо известных. В сложной картине живой природы мы получаем некоторые точки опоры – хотя бы временные мостки, – откуда мы можем более спокойно и планомерно идти далее.

Обычно считается, что это стремление охватить жизнь целиком физико-химическими процессами, стремление к единству, является наиболее ярким выражением научной мысли, и иногда именно существование такого стремления рассматривается как освобождение научной работы от воздействия на нее чуждых науке построений и достижений.

История научной мысли доказывает нам как раз обратное, она показывает, что такое убеждение, как бы оно ни было распространено в научной среде, является иллюзией. Научные факты не заставляют нас идти в изучении живой природы тем путем, каким мы идем в изучении мертвой. Наоборот, мы вносим это убеждение готовым и проводим его с трудом, делая усилия, вставляем в готовые рамки чуждого ему содержания. Всякий знает, как трудно внести в рамки живой природы методы исследования, выработанные в чуждой ему среде, и история науки дает нам яркую, постоянно в отдельных вопросах повторяющуюся картину таких усилий и блестящих достижений, с этими усилиями связанных. Но эти блестящие достижения получаются всегда, с одной стороны, ограничением области, подлежащей изучению, и, с другой стороны, изменением методики исследования, приравнивающейся к новым объектам изучения. Всегда за завоеванной областью остается огромная область, не подчинившаяся извне внесенным методам изучения, быстро разрастающаяся под влиянием выделения некоторой прежней части знания, охваченной физико-химическими и механическими приемами изучения. Несмотря на все успехи такого изучения биологии с XVII по XX в., область биологии, не охваченная приемами научной работы, выработанными на косной материи, не уменьшилась, а скорее увеличилась.

Такое упорное стремление охватить приемами работы, позволившими глубоко углубиться в косную материю, явления материи, охваченной жизнью, имеет объяснение в историческом ходе развития естествознания и тесно связано с указанным раньше коренным пониманием Вселенной философской мыслью, при котором грань между живым и мертвым не является чем-то извечным в ее резком проявлении.

История нового естествознания с XVI – начала XVII столетия дает нам любопытную картину двойственного процесса своего развития. С одной стороны, успехи математического и механического представления о косной,

мертвой материи позволили уже к концу XVII в. достигнуть величайших обобщений, в частности теории всемирного тяготения, дальнейшее развитие которой начинается только в наши годы, через 240–250 лет после ее провозглашения. За это время человеческая мысль уловила в косной материи многие основные черты ее сущности и создала блестящее идейное ее отражение в человеческом сознании. Это новое знание выросло на борьбе с тем, чуждым нам теперь, средневековым научно-философским мировоззрением, которое тесно связано было с философской мыслью Древней Греции – с Аристотелем и неоплатонизмом. Новая научная мысль развивалась одновременно с созданием новой философской мысли, заменявшей старое философское понимание Сущего. Нередко она совмещалась в одних и тех же носителях этой идейной работы, в одних и тех же личностях.

Победа новой философии была связана с победой и новой научной мысли, и, построенная на изучении мертвой, косной материи, выросшая на неполном охвате Природы, научная мысль, казалось, достигла не построения Мира, основанного на части Сущего, но такого построения, которое является общим научным достижением. Космос, научно познаваемый на законах и свойствах косной материи, рассматривался как научно создаваемый Космос вообще.

Но в начале XVII столетия произошел не только разрыв в области философии, но и разрыв в области научного мышления. Огромная область явлений описательного естествознания лишь медленно и постепенно выходила из-под влияния старого сложившегося миропонимания и связывалась с новыми философскими течениями, проникалась достижениями научного понимания Природы, основанными на изучении косной природы. Великие собиратели фактов описательного естествознания в XVI и начале XVII столетия, такие, как например, Цезальпин (1519–1603) или К Геснер (1516–1565), были тесно связаны с учением Аристотеля, и отчасти с тем новым его пониманием, какое выяснилось в это время благодаря успеху филологических знаний. Они не могли становиться в то резкое противоречие со связанными с учением Аристотеля философскими построениями, в какое стали физики, математики и механики, и для них был чужд схематический мир, построенный учеными и философами, исключавшими жизнь – в ее научном конкретном понимании – из своих систем мироздания. Вплоть до середины XVIII в. мы видим яркое различие в этих двух течениях человеческого мышления, и К. Линней (1707–1778) своими корнями, в сущности, не связан ни с новой философией, ни с новой экспериментальной наукой. Мы можем легче уловить его генетическую зависимость от построений Аристотеля и так или иначе связанных с ним – и с неоплатонизмом – теологически-философских исканий средневековой мысли и мысли эпохи Возрождения, с ее близостью к реальному облику видимой живой Природы.

Натуралисты-эмпирики и натуралисты-механисты лишь медленно находили точки соприкосновения, и при эмпирическом изучении окружающей нас природы – резкое различие живого и мертвого и далекость живой природы от безжизненных, по существу отвлеченных построений мироздания физика-математика и рационалиста-философа бросались в глаза на всяком шагу. Наряду с входившим извне стремлением ввести научный охват живой природы в биологические науки, в рамки достигнутого на косной природе научного миропонимания, шло эмпирическое, не считавшееся *de facto* с сов-

ременными или прошлыми философскими и научными представлениями о природе построение научных биологических дисциплин, основанное на научном наблюдении. В нем явления жизни в действительности занимали не то место и создавали совсем не ту форму представления, которую они должны были бы иметь при господстве механистического понимания окружающего, которое вылилось из научного изучения косной природы и крайнего рационализации живого философами.

Благодаря проникновению этих готовых представлений в биологических науках достигается с трудом и усилием свое особое понимание окружающего. Однако оно постепенно все же создается, и одновременно с этим идет такая переработка механистических представлений при применении их к живому, которая совершенно меняет их облик. Учение о живом, в свою очередь начинает влиять на старое научное мировоззрение; особенно это сказывается в философии, которая никогда в целом не принимала чисто механистическую схему Вселенной, построенную на изучении косной материи. Резкое изменение представлений о материи, наблюдаемое в XX столетии, дает новые основы для начинающегося пересмотра понимания Космоса, в котором живое получит наконец свое реальное выражение. Физико-химическое понятие и механистическое объяснение меняют свой облик по мере углубления в строение материи – оно должно быть еще более изменено, если мы захотим его сохранить при объяснении живого.

Мы должны это все время помнить, когда рассматриваем состояние наших знаний о зарождении в Мире живого, и должны помнить, что механистическое представление о Вселенной, сведение всего на то представление о мире, которое выработано на основании изучения косной природы, не есть требование хода развития науки, не вызывается основной сущностью ее содержания – ее конкретными научными фактами, а привнесено в нее извне – из философских исканий и из неясного нам в своих законностях хода истории научного мышления, процесса далеко не законченного и длящегося.

43. Достижения древней науки по вопросу о зарождении живого были наиболее глубоко и точно сформулированы – среди дошедших до нас ее остатков – Аристотелем (384–322 до н.э.), и они определяют научное понимание этих явлений вплоть до второй половины XIX столетия, причем лишь в начале XVII столетия видим мы возникновение и быстрый рост того представления, которое сейчас господствует если не в области научных воззрений, то в области научных фактов. Сделать выводы из него предстоит ближайшему будущему.

Аристотель не только излагал идеи, известные в его время. В его зоологических трудах мы видим несомненное самостоятельное творчество. Он не проводил резкой грани между живым и мертвым, хотя у него различие между живым и косной материей видно более резко, чем у последующих натуралистов. Все же он предполагал, что и живое и мертвое связано между собой непрерывными переходами: «Природа постепенно переходит от косного (γαψυοξ) к живым существам, так что благодаря этой непрерывности граница между ними не замечается и есть промежуточная общая им область». Живое, характеризующееся присутствием принципа жизни «αψτωλ», может возникать и в мертвой среде, никогда не бывшей живой, – правда, не везде – не в твердой горной породе или камне, но в земле, пене, грязи, песке,

росе... Такого произвольного зарождения живого Аристотель касается попутно, оставаясь чистым эмпириком, основываясь на фактах, недостаточность которых была тогда не видна. Так, произвольное самозарождение Аристотель допускал для: 1) некоторых бесцветковых растений, 2) многих Gastropoda и Lamellibranchiata (Ostracoderma Аристотеля), 3) многих насекомых (Entoma Аристотеля), 4) некоторых рыб (например, угрей). Это все область не изученных и малоизученных в то время явлений жизни, и она охватывала большую часть Природы, причем Аристотель допускал *абиогенез*, т.е. происхождение живого из мертвой материи, не считаясь с тем, была или не была она когда-нибудь раньше живой. Взгляды Аристотеля не были крайними для его времени; в это время допускали и образование четвероногих, высших организмов – из земли, но Аристотель, по-видимому, не допускал такой возможности, однако и он склонялся в этих случаях к возможности *гетерогенеза* – образования таких организмов при особых условиях из зародышей, обычно дающих организмы другого рода.

Эти идеи, высказанные Аристотелем, держались тысячелетия. Так, через 2100–2200 лет после него, в первой трети XIX в., другой эмпирик – крупный натуралист К. Бурдах (1776–1847), исходя из тех же наблюдений, считал возможным – и происходящим – самопроизвольное зарождение для многих организмов. В 1837 г. он считал, что, вероятно, оно преобладает у инфузорий и Entozoa, менее распространено у грибов и некоторых других тайнобрачных. Сомнителен и даже невероятен у Epizoa и явнотрачных растений. Но для Бурдаха вопрос шел уже не об абиогенезе, а о происхождении этих организмов из другого живого вещества или при гниении и брожении продуктов его распада. Вопрос о непосредственном переходе косной материи, не бывшей живой, исчез из обращения. И это изменение произошло совершенно незаметно, так как натуралистов этот вопрос не интересовал, а процессы возможного произвольного зарождения все время наблюдались в среде гниющей и бродящей. Различие абиогенеза и гетерогенеза выяснилось позже.

Несомненно, в течение долгих столетий, когда человеческая мысль сталкивалась с этими вопросами, здесь вовсе не оставалось все неподвижным, но данных судить об этом у нас нет. Лишь в самом конце XVI – начале XVII в. ясно выразились в литературе новые направления мысли, противоречащие традиции. Надо отметить, что к этому времени весь вопрос получил – совершенно неожиданно – новое освещение, так как он оказался связанным с вопросами теологического характера. При том значении, какое имели в жизни первого полуторатысячелетия христианства теологические представления, и при необходимости считаться с господствующими взглядами при всех научных вопросах такая связь, как бы ни казалась она логически случайной, должна была могущественно сказаться на всем ходе развития мысли.

44. В научной работе того времени приходилось чрезвычайно считаться с католическими и протестантскими представлениями о Вселенной, как в целом, так и в частностях, и в этих представлениях большую роль играли идеи о постоянно происходящем переходе мертвой материи в живую, в живой организм. Для огромных кругов образованного общества эти идеи делались едва ли не неопровержимым и незыблемым проявлением истины, нарушением веры в которую являлось равносильным колебанию основ религии. Христианство восприняло старинную веру в возрождение – в переход

в жизнь через смерть. (...) В частности, исконное земледельческое представление о необходимости гниения зерна в земле для того, чтобы получилось живое растение, соединилось с идеей – воскресением Христа из мертвых, т.е. с основными верованиями. Апостол Павел на этом образе построил свои толкования, и они прочно утвердились в широких кругах общества. В этом воззрении – обычном и для древнеэллинической мысли, генетически перешедшей в христианские представления, на ней основанные, – признается постоянно совершающийся гетерогенез. Оно долго сохранялось в сознании, и еще в начале XIX в. его высказывали философы, например Шеллинг. В XVII в. оно было широко распространено и господствовало в ученых и влиятельных кругах образованного общества и духовенства, значение которого, как реальной общественной и государственной силы, ощущалось на каждом шагу. Со следствиями этого воззрения надо было считаться. Против него можно было возражать с осторожностью.

Но вместе с тем религиозный интерес получила и противоположная идея о непрерывном чередовании поколений организмов во времени. Один из величайших мыслителей – Плотин (204–269), влияние которого было очень сильно все время на христианскую философскую мысль, видел в этом непрерывном – бесконечном – происхождении организмов от себе подобных независимо от окружающей мертвой природы одно из величайших чудес, проявление божества в окружающем нас Мире. Плотин при чрезвычайной отвлеченности и проникновенности в Иррациональное осознание Мира не придавал большого значения вопросу о зарождении живого из мертвого, но он подчеркнул глубокое религиозное значение самой характерной его черты – генетической независимости, автономности в окружающем мире живого организма, его видовую дистальность – земную вечность – при краткотечности отдельной особи.

Мы не должны забывать и эту сторону религиозного понимания окружающего при том значении, какое имели в новое время, в XV – XVII вв., неоплатонистические настроения. Они входили в духовную атмосферу той среды, в которой происходило создание новой идеи о вечности во Вселенной жизни, понимаемой конкретным образом, – вечности живого организма, живого вещества.

45. Эта работа мысли выявилась во второй половине XVII в., но началась она много раньше. Она шла в нескольких направлениях. Прежде всего в связи с концепциями о происхождении организмов, которые были достигнуты не научным путем и получали в глазах людей ценности иного порядка, – в обоих теологических направлениях, высказанных апостолом Павлом и Плотиним. И во-вторых, к ним привело точное исследование явлений Природы, проникновение в историю отдельных живых организмов, их наблюдение.

В XVII столетии мысль пошла по обоим направлениям. Необходимость гибели – умирания – зерна, для того чтобы выросло растение, отнюдь не разделялась древней наукой. Уже Эмпедокл совершенно ясно указывал на полное соответствие зерна растения яйцу животных, и Аристотель, и вся наука, с ним связанная, не видели в прорастании создания живого из мертвого. Необходимость, чтобы зерно сгнило – умерло – для того, чтобы дать начало новому живому организму, относительно быстро исчезла из сознания натуралистов-наблюдателей. Кажется, впервые И. Фабер (1570–1640) сказал об этом

наиболее ярко, и к середине XVII в. уже нет в этом отношении сомнений, сколько-нибудь влияющих на ход научной мысли.

Одновременно мысль пошла и по другому пути, отголоски которого мы видели у Плотина. Для объяснения всюду зарождающейся жизни, в значительной мере в связи с изучением болезней в середине XVII в., еще раньше открытия микроскопических организмов, возродилась старинная идея панспермии, нахождения всюду, в воздухе и окружающей среде, зародышей и семян организмов, которые и дают начало появлению жизни там, где для ее объяснения допускали зарождение из мертвой материи.

Эту идею уже натурфилософы пытались свести к Пифагору, но следы ее неясны до XVII в., когда она вылилась в разных формах, высказанная различными людьми разной эрудиции и характера работы. С одной стороны, к ней подходил в своеобразной форме, связанной с пифагорскими традициями, А. Кирхер (1602–1680), с другой – ее высказывали независимо от него в очень ясной и логически цельной форме в 1650 г. А. Гауптман (1607–1674) в Дрездене, а в Париже в 1666 г. К. Перро (1613–1688). В тесной связи с этим мысль исследователей пошла дальше и вызвала идеи Н. Гаймора в Оксфорде (1613–1685), развившего в 1651 г. представление о существовании особых органических молекул, свойственных только организмам, неуничтожаемых и частью собирающихся в организмы при их зарождении и рассыпающихся и рассеивающихся при их умирании. В этой идее, позже развитой независимо Бюффеном и имеющей корни в философской спекуляции Лейбница (1646–1716), скрытым образом заключается идея вечности жизни.

Почва для перехода к новому пониманию явлений жизни была подготовлена, и в середине XVII столетия начались точные работы натуралистов, постепенно менявшие наши представления о конкретно идущем зарождении организмов. Несомненно, как это видно из сохранившейся текущей научной литературы и из опубликованных теперь архивных данных, эта работа шла в первой половине XVII столетия. Работы, опубликованные в 1650–1660-х годах Гарвеем и Реди, начались на 20–30 лет раньше, явились делом всей их жизни, и их результаты были известны из переписки ученых.

В 1651 г. Гарвей опубликовал результаты своих многолетних исследований, положивших основание современной эмбриологии. Они были изданы в чрезвычайно неблагоприятной обстановке, среди ужасов междоусобной войны, когда в разлуке погибли его многолетние труды. Его младший современник Ф. Реди, последовавший по его стопам и пришедший к обобщению, к которому подходил, но не дал Гарвей, именно этими внешними обстоятельствами объясняет заблуждения и ошибки трактата Гарвея, опубликованного на закате его жизни (1578–1657). Гарвей выставил общее положение, что всякое животное происходит из яйца – *omni animal ex ovo*, включая сюда и всех тех мелких животных – насекомых и червей, которые, по мнению и Аристотеля, и ближайших к Гарвею ученых, занимавшихся этими вопросами, например Фабриция из Аквапендента, возникали, по крайней мере отчасти, без участия организма. Введя представление о *primordium vegetale*, Гарвей считал его аналогичным яйцу и включал в такой процесс образования организма и растительный мир. Однако уже давно указано, что было бы ошибкой считать, как это нередко делают, что Гарвей понимал провозглашенный им принцип так, как это понимаем мы, и что он вводил что-нибудь резко новое в ста-

рые воззрения, отрицал гетерогенез. Гарвей допускал крайний гетерогенез, по-видимому абиогенез, для образования яйца и *primordium vegetale*. Всюду рассеянные яйца и зародыши, например носящиеся в воздухе, образуются путем самопроизвольного сцепления свободных атомов точно так же, как они образуются тем же процессом и внутри организма. В туманных и неясных образах Гарвей допускал при этом и вмешательство божества.

Но факты, собранные Гарвеем, и идеи, может быть, даже понятия-слова, им внесенные в научную мысль, очень быстро получили другое значение и вызвали новое движение, приведшее к таким выводам, которых не делал Гарвей. Гарвей в это время – после многолетней борьбы – был признан современниками «величайшим философом нашего времени, бессмертным Вильгельмом Гарвеем», и к его мнению все прислушивались, его книги все читали.

46. Опубликование его работы вызвало то течение, которое привело впервые в истории человечества к отрицанию самопроизвольного зарождения. Первые же исследователи, ставшие на его путь, подвергли правильной критике его воззрения. Первые работы были опубликованы через 17–18 лет после выхода в свет труда Гарвея, но в это время ход развития научной мысли и проникновение нового шли медленно. Научное мировоззрение данного момента все время складывалось из достижений, нередко имевших многовековую историю, и мы имеем несомненные указания, что работы над зарождением организмов, приведшие к отрицанию самопроизвольного зарождения, начались в 1650-х годах. В 1668–1669 гг. вышли работы итальянца Реди и голландца Сваммердама, пришедших в основах к одному выводу, но обе эти работы собрали многолетние наблюдения, для Реди, несомненно, связанные с годами, близкими к появлению трактата Гарвея.

В истории данной научной мысли наибольшее значение имела работа Реди, но Сваммердам работал от него независимо, и наблюдения его, сделавшиеся известными после работ Реди, оказали, несомненно, большое влияние на ход мысли в этой области. Главное значение работ этих ученых заключалось в том, что они выяснили законности в развитии насекомых и показали, что в этой области нет места для самопроизвольного зарождения. Со времени их работ идея самопроизвольного зарождения, веками объяснявшая появление насекомых, была оставлена навсегда.

И. Сваммердам (1637–1680) не опубликовал при жизни всех своих наблюдений, так как он в самом разгаре научных достижений бросил работу и ушел в 1674–1675 гг. в мистику, подобно другому великому своему современнику, товарищу и другу Стенсену (Стенону) (1638–1686). Оба пережили один и тот же процесс сомнения в ценности научных исканий в момент величайших своих научных достижений. Главные результаты Сваммердама были опубликованы после его смерти, в 30-х годах XVIII в., но нельзя думать, что в XVII столетии они не были известны, так как многие данные содержались в его ранее опубликованных трудах, и в это время еще существовал широчайший письменный научный обмен среди ученых, сложившийся столетиями, и письма каждого ученого, его открытия и обобщения делались обычно известными задолго до их опубликования. Сваммердам был несравненный точный наблюдатель, и его работы, опубликованные в «Библии природы» в 1730-х годах, дали для решения этого вопроса материал, который тогда отсутствовал. При

этом вся мысль Сваммердама, без всяких колебаний, не только не допускала гетерогенеза, но была проникнута единством зарождения всего живого.

Признавая его самостоятельное значение, нельзя отрицать, что главная заслуга принадлежит все-таки Реди и Валлисниери.

Ф. Реди сделал известными результаты своей работы через 17 лет после выхода трактата Гарвея. В 1668 г. он выпустил первые свои исследования над явлениями самопроизвольного зарождения и возвращался к ним несколько раз в течение всей своей жизни. Он, несомненно, первым вывел следствие из обобщений и наблюдений Гарвея, мы должны считать его одним из крупнейших новаторов человеческой мысли. Имя его должно было бы быть гораздо более известным, чем это мы видим, и все внесенное им в наше научное мировоззрение до сих пор не осознано во всем его значении. Но и его биография, даже внешняя, несмотря на обилие материалов, во многом не выяснена [IV] (ф. 518, оп. 1, д. 49, крымский текст, л. 47).

К вопросу о зарождении организмов Реди подошел отчасти как врач, изучая внутренних паразитов. Нельзя не отметить, что в бумагах Academia del Cimento сохранились указания на подымавшиеся в ее среде те же вопросы, например вопросы о происхождении галл, которыми позже – может быть, тогда же – занимался Реди.

Ф. Реди сделал тот шаг, который подготавливался тысячелетней историей мысли, и высказал то положение, которое мы сейчас восприняли и которое я буду в дальнейшем называть *принципом Реди*. Он счел, что *все живое всегда происходит из живого же*, дает ли оно зародыши или нет. В ясной и не вызывающей сомнений форме он установил принцип биогенеза, хотя выражение *omne vivum e vivo*, противоположаемое гарвеевскому *omne vivum ex ovo*, было сделано не им, а другими гораздо позже, в XIX столетии. Но отличие своего взгляда от идей Гарвея Реди видел очень ярко.

Реди не принимал однообразного происхождения организмов. В полном согласии со своим принципом он допускал, что насекомые в галлах, которые как раз обратили на себя внимание в это время, в своем генезисе связаны не с яйцами, которые кладутся их особями, а с растением, в котором они наблюдаются, совершенно подобно тому, что мы видим при образовании в растении цветка и т.п. Он считал, что есть два случая появления «червей» на плодах, цветках, листьях, ветвях: во-первых, из отложенных в них яичек этих червей и, во-вторых, из особого свойства растительного организма производить галлы и содержащихся в них насекомых. Эти последние являются в таком случае таким же производным органом растения, каким является лист, плод или цветок. К тому же самому источнику – к силам живого организма (*anima*) Реди относил как возможное и происхождение внутренних паразитов внутренних органов животных.

Как ни странны для нас эти представления, мы не можем не видеть здесь, что Реди внес новый принцип в понимание окружающей природы. Этому принципу *omne vivum e vivo* не противоречат и все эти странные его объяснения. Это гетерогенез в живом организме, аналогичный тому, который допускался не раз для объяснения появления новых клеток среди тканей организма.

По-видимому, Реди под влиянием возражений Мальпиги (1628–1694) по поводу галлов отказался к концу жизни от этого взгляда и не опубликовал

своих позднейших работ, которые он делал в этом направлении. Он увидел, что он ошибся.

В обобщении Реди мы видим окончательно утвержденным то положение, которое сейчас является господствующим в науке, и 1668 год, когда оно было выдвинуто, является годом перелома в воззрениях человечества в этой области, годом нового взгляда на Природу. Имя Реди должно быть нам памятно, ибо он впервые решился громко высказать воззрение, которое до него никогда не высказывалось.

А между тем до сих пор его имя не пользуется той известностью, какую заслуживает; отчасти это связано с тем, что широкие круги не могут примириться с внесенной им в нашу мысль идеей. Поэтому много раз самостоятельно независимо от Реди открывался его принцип и в истории науки приписывался различным ученым среди тех, которые, исходя из тех или иных соображений, ясно сознавали невозможность произвольного зарождения жизни, непосредственного перехода мертвой материи в живую. Мне кажется, впервые в форме *omne vivum e vivo* провозгласил его, не зная и не идя по пути Реди, в 1805 г. в полной идей натурфилософской работе Л. Окен (1779–1851). Окен придавал ему верное понимание, противопоставлял его принципу Гарвея. Но это обобщение Окена было забыто, и Д. Льюис (1817–1878), сам биолог, самостоятельно занимавшийся историей науки и историей философии, забыв и о Реди и об Окене, приписывал его провозглашение Огюсту Конту (1778–1859). Едва ли можно сомневаться, что Конт подошел к нему независимо от Реди и от Окена. К тому же он понимал этот принцип иначе, видя его смысл в другом.

Необходимо обратить внимание на то, что принцип *omne vivum e vivo* может иметь разное значение: с одной стороны, он указывает, что живое не может возникнуть непосредственно из мертвого, с другой – в отличие от положения Гарвея он не заключает необходимости образования организма всегда из яйца или из аналогичного ему тела. Поэтому к нему, как к более общей формуле, вернулись в начале XIX столетия, когда открыт был в живом мире партеногенезис, все ученые, для которых вопрос о самопроизвольном зарождении не являлся глубоким догматом убеждения. Они ценили в этом принципе эту другую его сторону. Выраженному в форме *omne vivum e vivo* положению не противоречило и издревле идущее, уходящее в бесконечную глубь веков разведение растений отводками, частями листьев, прививками. Но вместе с тем этот принцип допускал и известную неопределенность – он допускал, как мы видели, известные формы гетерогенеза, к которому склонялся не раз и сам Реди.

47. В этом смысле необходимая поправка в принцип Реди была внесена еще при жизни Реди его младшим современником падуанским натуралистом и медиком А. Валлисниери (1661–1730). И по справедливости следует считать, что ему принадлежит вместе с Реди огромная заслуга выяснения всего значения и содержания этого основного принципа современного понимания Природы. Он внес все необходимые поправки в принцип Реди – доказал ошибочность предположения Реди о двойственной форме зарождения червей в частях растений и об особом образовании паразитов внутри организмов животных. Он выразил принцип Реди иначе: *«каждый организм происходит от себе подобного»* – и, очевидно, этим уничтожил всякую возможность приме-

нения для объяснения происхождения организмов каких бы то ни было форм гетерогенеза. Вместе с тем он давал повод допускать бесполое размножение, тогда известное, так что казалось, что он дал более точное и более ясное определение, чем то, которое высказано было в принципе Реди и привело самого Реди к неверным выводам. Формулировка Валлисниери была принята Линнеем и явилась основой его учения о видах: «*Simile Semper parit simile*».

Мы теперь знаем, что это не так. Во время кругосветного путешествия «Рюрика» в 1815 г., через сто лет после Валлисниери, Шамиссо и Эшшольц открыли чередование поколений у сальп (отряд оболочников), и в 1850-х годах это стало общепризнанным. Поправка Валлисниери и тезис Линнея должны отпасть.

Валлисниери излагал свои взгляды в многочисленных работах, издавал не только свои собственные произведения, но и, по обычаю того времени, ученые работы и письма своих друзей со своими возражениями и разъяснениями, нередко сплетая их в одну книгу вместе со своими трудами. Он широко пропагандировал идею единообразного зарождения живого. Среди изданных им сочинений нельзя не отметить ученое письмо католического епископа Ф. Дель Торре, ставшего на его сторону и придавшего необходимый тогда церковный авторитет новому учению.

Возражения, встретившие в этот момент новое учение, были совершенно ничтожны, и оно быстро овладело умами современников. Но напрасно было бы думать, что причиной этого были опыты Реди, Сваммердама или Валлисниери или логическая критика противоположных воззрений. В основе изменения взглядов лежала область широкого *наблюдения* фактов. Работам ученых открылись новые условия жизни таких классов организмов, как насекомые и черви. Эти работы раньше не обращали на себя внимания, но они уже тогда показали, что явления жизни этих организмов столь же закономерны, как явления жизни других животных, вроде птиц или зверей, раньше не возбуждавших сомнения, и что всегда «себе подобное происходит от себе подобного». По мере точного описания организмов, изучения биологической истории каждого из них можно было в этом вполне убедиться. В то же самое время открытие метаморфоза насекомых, их строения и устройства, выяснение половых элементов растений, открытие происхождения галлов растений и т.п. заставили относиться с большой осторожностью к тем случаям, когда *generatio alquívosa* относилась к организмам, история которых не была достаточно изучена, каковыми являлись, например, внутренние паразитные черви.

Все это создало в первые десятилетия XVIII в. чрезвычайно благоприятную почву для проникновения принципа Реди в сознание натуралистов.

Можно было думать, что победа выиграна. Скоро пришлось убедиться, что это был выигран лишь первый бой и что неизменно, не раз еще, будут возвращаться старые воззрения.

Старые идеи ярко возродились через несколько десятков лет под влиянием открытия нового мира органических существ – *микроскопических организмов*. Существование этого мира было, по-видимому, указано Г. Поуэром в литературе еще раньше опубликования работы Реди (1664), но работы Поуэра не обратили на себя внимания. Лишь в 1679 г. А. Левенгук (1632–1723) рядом точных наблюдений раскрыл перед человечеством этот мир, существование

которого подозревалось в течение столетий на основании косвенных признаков его присутствия. Левенгук был противником идеи самопроизвольного зарождения и принимал выводы Реди и Валлисниери, но по мере расширения наблюдений возникали в среде натуралистов все большие и большие сомнения в приложимости к этому миру существ представлений, созданных на изучении видимого мира организмов.

Перед человеком открылся целый мир новых организмов, мир, всюду его окружающий, о котором он не подозревал при всех своих первых суждениях о зарождении Живого среди окружающей его Природы. И этот мир представлял особенности, не позволявшие вполне его сравнивать с более или менее изученным – старой картиной Природы. Пришлось медленно убеждаться, что в мелких невидимых организмах – инфузориях, как их долго называли, мы имеем дело с настоящими организмами, обладающими всеми свойствами организмов. Это убеждение проникло в общее сознание лишь в первой половине XIX в., после работ Х. Эренберга (1795–1876). Многие считали возможным смотреть на открытый мир организмов как на особый мир, отрицали не только животный или растительный характер наблюдаемых тел, но и обладание ими жизнью в ее обычных для живого размерах и пределах.

Пытались рассматривать эти организмы частью как своеобразные живые молекулы, каковыми их считал один из глубочайших натуралистов – Г. Леклерк де Бюффон (1707–1788), частью как живые составные части разрушающихся сложных организмов, как в начале века пытался их представить крупный натуралист и натурфилософ Л. Окен (1779–1851).

Открытия и обобщения Реди, Свамердама и Валлисниери, касавшиеся насекомых, червей, растений, явно не могли иметь значение в этом мире новых организмов, количество которых казалось безграничным и которые стали открываться в огромном количестве всюду, где происходило гниение, брожение, разложение высших, ранее известных организмов.

В эту область были перенесены вопросы о зарождении живого, о существовании гетерогенеза или абиогенеза, и здесь, в следующем же поколении после работ Реди, через два-три десятилетия после утверждения его принципа, он вновь был подвергнут сомнению. Работами английского аббата Дж. Нидхэма (1713–1781) и Г. Леклерка де Бюффона принцип Реди надолго был отодвинут в сознании натуралистов.

48. Нидхэм и Бюффон вначале работали независимо, а затем их работы шли параллельно. Работы Нидхэма по микроскопии, заставившие его возражать против обычно принимаемого зарождения инфузорий, относятся к 1743 г., и он поддерживал эти идеи через 20 лет, возражая Спалланцани. И Нидхэм и Бюффон, в сущности, не придерживались идеи о произвольном зарождении, они считали, что открытый новый микроскопический мир состоит не из животных или растений, а из организмов-молекул, на которые распадаются органические существа при умирании и в которых Бюффон видел свои знаменитые органические молекулы, строящие живое и отличающие его от мертвого.

Значение этих работ было велико особенно благодаря авторитету Бюффона и успеху его «Естественной истории». Натуралисты, не принимавшие положительную сторону теоретических построений Бюффона – его органических молекул, принимали, казалось им, более фактическую – отличие это-

го нового мира от животных и растений, и особенность их зарождения – не из яйца или из себе подобного. В то же самое время возродились вновь во всей своей силе и старые представления о самопроизвольном зарождении организмов, недостаточно изученных, например внутриживущих паразитных червей.

В 1765 г., когда Л. Спалланцани (1729–1749)⁸ опроверг опыты и наблюдения Нидхэма и Бюффона и вновь выдвинул принцип Реди, идеи самопроизвольного зарождения широко были распространены, не менее, чем во времена Реди. Правда, они оставили целиком царство насекомых – главное их внимание было обращено на микроскопический мир. Спалланцани проделал ряд опытов, которые доказывали с небывалой ранее точностью отсутствие различия по существу между инфузориями и животными. Он оставил вне сомнения, что мы имеем здесь дело с теми же самыми организмами, с какими встречались до сих пор среди созданий видимой Природы. В то же время для выяснения их внезапного появления и широкого распространения во время гниения, брожения и т.п. Спалланцани под влиянием знаменитого в это время натуралиста Ш. Бонне (1720–1793), одновременно выступавшего против самопроизвольного зарождения, выдвинул и развил идею панспермии – повсеместного рассеяния яиц, спор, зародышей инфузорий в воздухе. Вместе с тем он доказал у некоторых из них способность обычного способа размножения – через яйцо (цисты) и через выделение готовых молодых особей, наконец, делением.

Опыты Спалланцани были подтверждены независимо шедшими опытами молодого русского натуралиста М. Тереховского (1740–1796). Это был талантливый ботаник и анатом, только раз коснувшийся этого вопроса в работе, напечатанной в 1775 г. и обратившей на себя внимание. Опыты Тереховского были произведены и опубликованы раньше основных опытов Спалланцани, вышедших на итальянском языке через год и сделавшихся доступными в переводах через два года.

И те и другие, однако, несмотря на всю свою доказательность, не достигли той цели, к которой стремились. Они не повлияли на общий тон научной мысли. Конец XVIII – первая четверть XIX в. представляют расцвет идей гетерогенеза.

В 1803 г., разбирая весь спор 1775–1776., Г.Р. Тревиранус (1776–1837), подвергнув критике работы Спалланцани и Тереховского, приходит к заключению, что работы Нидхэма и Бюффона поставили на правильное место в сознании современников достижения Реди и Валлисниери и тем открыли возможность дальнейшей свободной научной работы.

Конец XVIII – начало XIX столетия были временем расцвета идей самопроизвольного зарождения организмов. В это время крупные натуралисты всецело находились под влиянием этих идей. Они шли иногда так далеко, как не шли ученые последних столетий. Оригинальный и точный наблюдатель Природы, внесший много фактов в наши о ней познания, Ф. д'Азара, путешествовавший по Южной Америке с 1781 по 1801 г., одновременно с путешествием по ней Гумбольдта, допускал самопроизвольное зарождение не только для высших растений, но и для позвоночных – рыб, лягушек и т.д. Это было целостное мировоззрение.

Д'Азара не был книжным ученым; его научная подготовка была ничтожна. Это натуралист, получивший образование самостоятельным наблюдением живой природы. Но эти же взгляды были распространены и среди профессиональных ученых. И если они не шли так далеко, как д'Азара, вернувшийся фактически к идеям о Природе Аристотеля, они в это время проходили любопытный кризис идей. Так, Ламарк, который в 1776 – 1794 гг. высказывался в печати как противник гетерогенеза, в 1809 г. резко изменил свои взгляды. В это время он писал: «Древние, конечно, придали слишком широкое развитие самопроизвольным зарождениям, о которых они имели смутное представление (*le sourçon*), они сделали из него ложные выводы, и было легко доказать их ошибку. Но совершенно не доказали, что в природе не происходило ни одного самопроизвольного зарождения и что природа не проявляет его никогда (*point*) по отношению к наиболее простым организмам».

Ламарк считал, что можно утверждать, что «природа с помощью тепла, света, электричества, влажности образует произвольные или прямые зарождения на пределах каждого царства живых тел, там, где находятся наиболее простые из этих тел».

Этот переход был у него не случаен. Он тесно связан с общим изменением естественнонаучного мировоззрения Ламарка. Как раз между 1797–1800 гг., по-видимому, в 1799 г., сложились у Ламарка, вне какого-нибудь прямого влияния предшественников, идеи эволюции видов, и в 1800–1801 гг. он впервые высказал их публично и в печати.

Для Ламарка произвольное зарождение – на каких-то стадиях состояния живого вещества – было тем логически неизбежным началом, дальше из которого организованный Мир развивался путем эволюции. Возрождая и подчеркивая идеи самопроизвольного зарождения, Ламарк сознавал, что его мысли не отвечали господствующему взгляду, и он обращается, развивая (1809) свои идеи, к людям, «независимым от предрассудков», которые «рано ли, поздно ли» увидят заключающуюся в нем истину.

Ламарк ошибался. Он был не один. Стеффенс (1773–1845), ученый, поэт, натурфилософ и религиозный мыслитель, сильно влиявший на мысль своего времени, выражал те же мысли. Опыты Тревирануса, казалось, уничтожили силу опытов Спалланцани и Тереховского, и это представление держалось целые десятилетия.

Под всеми этими влияниями в первые десятилетия XIX в., как вспоминает К.М. Бэр, огромное большинство натуралистов придерживались веры в самопроизвольное зарождение. Точку зрения этих натуралистов уже как раз к тому времени, когда эта вера явно исчезала, ярко выразил К. Бурдах (1776–1876) одинаково крупный и ученый и мыслитель. Он говорил: «Тот, кто защищает учение о произвольном зарождении, держится опыта; когда он встречает организованное существо, возникшее в условиях, в которых он, несмотря на все свои усилия, не может найти или какой-нибудь зародыш, или какой-нибудь путь, каким данный организм мог проникнуть в место своего возникновения, он признает, что Природа имеет силы создавать организованное существо из гетерогенных элементов. Его антагонист пытается доказать вероятность того, что в месте возникновения организма находятся скрытые зародыши (*germes*), потому что он считает эти зародыши необходимыми, ибо

Природа, по его мнению, имеет силы только сохранять организованные существа, но не создавать новые».

Тем не менее именно эмпирический опыт постепенно и неуклонно ограничивал область, где возникали эти сомнения. Вопреки прямолинейной эмпирии ход истории научного знания давал победу предвзятому, казалось, пониманию Природы. Область, где являлось допустимым образование живого непосредственно из мертвого, все суживалась. Можно было, стоя на эмпирической точке зрения, подобно Бурдаху, отвергать самопроизвольное зарождение: надо было бы только еще держаться фактов. Бонне выразил эту, другую «тоже эмпирическую» точку зрения очень ярко: «Я не принял самопроизвольных зарождений, во-первых, так как я их совершенно не знаю, и, во-вторых, потому, что такие зарождения показались мне противоречащими всему, что я знаю наиболее точно относительно зарождения животных и растений».

49. Во всем дальнейшем движении человеческой мысли в этой области мы можем заметить два течения – одно, которое интересовалось теорией зарождения и касалось самопроизвольного зарождения организмов как реального факта, и другое, которое подходило к изучению конкретной Природы, совершенно не касаясь этого, созданного вне научной области представления. Оно описывало и точно изучало отдельные явления и факты, совершенно оставляя в стороне не способ зарождения организма в тех случаях, когда оно не могло их объяснить, – при этом все большая и большая часть мельчайших организмов и организмов, раньше стоявших за пределами обычного зарождения, входила в его рамки. Процесс совершался естественным путем, и выводы из него были сделаны гораздо позже.

Тем же самым эмпирическим путем и так же незаметно для современников менялась вся обстановка представлений о Природе, в которой существовала идея о зарождении живого из мертвого.

Здесь на первое место надо поставить то изменение, которое произошло в наших представлениях о реальной границе между царством мертвой и царством живой Природы, – само деление Природы на эти два царства.

Мы видим деление на два царства Природы уже в древности у Аристотеля, отделявшего живую Природу от мертвой. Однако этому делению мы не должны придавать большого значения, так как Аристотель не допускал резкой границы между живым и мертвым и признавал в широкой мере не только гетерогенез, но и абиогенез. Деление Природы на живые и мертвые тела при этих условиях имело совершенно иной характер, чем оно имеет для нас теперь. Влияние Аристотеля было господствующим вплоть до начала XVII столетия, т.е. как раз до того времени, когда начались исследования над характером зарождения организмов. С конца XVI и до начала XVII в. – под влиянием герменестической философии мистических представлений, связанных с исканиями алхимиков, – выдвинулось другое течение, делившее Природу на три царства – на три совершенно равнозначные группы тел. Позже из того же источника вошло в науку и развилось в ней в связи с теологическими и натурфилософскими представлениями деление Природы на большее количество независимых частей. К царствам минералов, растений, животных присоединялось царство человека, а затем и большее число царств – до восьми.

Сложность процесса научной работы чрезвычайно ярко сказывается в этом вопросе. Как раз ко времени, когда стало выясняться резкое различие между живым и мертвым, ко времени открытия принципа Реди, из области описательного естествознания уходило старинное, стоявшее с ним в полном согласии представление о делении Природы на два отдела – на Природу живую и мертвую, а стало распространяться резко противоречащее принципу Реди представление о трех равнозначных царствах Природы – царстве минералов, растительном и животном. Огромное большинство натуралистов определено пошел по этому пути – по нему пошел те, которые оказали самое могущественное влияние на развитие естествознания в XVIII в. и в первой половине XIX в., – Линней (1701–1778) и Бюффон [V].

Под этим влиянием в XVIII в. оказались возможными такие великие сводки наших знаний, как «Systema Naturae» Линнея (1739–1768), которые продолжались на разных языках до первой четверти XIX столетия⁹, и резко противоположная ей по кругу идей «Histoire Naturelle...» Бюффона, начатая почти в одно время и точно так же еще державшаяся в своих переизданиях и переработках вплоть до первой трети XIX столетия¹⁰. Эти противоположные по пониманию Природы труды были проникнуты, однако, единством мысли, представлением единой Природы, единством трех ее царств. *Natura pop facit saltus* и охват всей Природы, казалось, давали им право сравнивать как равнозначные понятия виды животных, растений, минералов, изучать одинаковым образом их историю и их морфологические проявления. Уже к середине XIX в. это стало невозможным, и труды этого рода, например такие компендиумы [36], как полезная книга И. Лейниса (1802–1873) и его продолжателей, к середине XIX в. получили значение лишь справочных, словарных книг, не связанных общей идеей единства живого и мертвого царств, так проникающей работу и Линнея и Бюффона.

Идея существования трех царств Природы оставлена была натуралистами и постепенно, лишь после того, как факты указали на полное несоответствие этого представления с действительностью.

От представления о трех царствах Природы вернулись к старинному представлению Аристотеля и перипатетиков о делении Природы на живую и лишнюю жизнь.

Необходимость такого деления сделалась ясной в первой половине XIX в., когда развитие минералогии и кристаллографии ясно и неопровержимо установило резкое отличие царства минералов от двух царств, с которыми его соединяли. В то же самое время проникновение принципа Реди в сознание натуралистов создавало почву, благоприятную для возобновления старинного дуалистического взгляда на окружающую Природу.

Вначале он был связан, так же как и учение о трех царствах, с мистическими и философскими учениями алхимиков. В их среде давно создавалось представление об особом начале, свойственном живому, отличающем его от мертвого. В конце XVII – начале XVIII в. это течение получило яркое выражение у Г.Э. Штала (1660–1734), сведшего его к первой научной виталистической, даже анимистической, теории жизни. Но теория Штала важна не этой стороной, она интересна как попытка научного разграничения живого и мертвого: определение эмпирических признаков жизни, сделанное Шталем,

является очень полным, и едва ли что существенное было дополнено к нему работой позднейших поколений.

Учение Шталаля проникало в научную среду медленно и совсем почти не охватывало наблюдателей-натуралистов, занимавшихся описательным естествознанием, т.е. как раз изучением царств Природы. Здесь реакция против трех царств Природы и сознание резкой разницы между живой и неживой Природой явились результатом точного наблюдения и выросли совершенно независимо от идей Шталаля. Одним из первых высказывавших эти идеи был, по-видимому, один из величайших натуралистов – П.С. Паллас (1741–1811). В одной из первых своих работ в 1766 г. он ясно и точно указывает, что вместо деления на три царства «правильнее тела, которые выявляет нам наш земной шар, различать как косные (*bruta*) – инертные и органические – живые; первые как будто образуют территорию Природы, вторые – ее население». Паллас, несомненно, придерживался этого взгляда неуклонно всю жизнь, это ясно видно хотя бы из его отрицательного отношения к гетерогенезу, но среди кипучей работы не возвращался вновь к обоснованию своего мнения. И хотя его работа «*Elenchus zoophytorum*», где он этот взгляд обосновал, и не была забыта, но она не оказала того влияния, какого можно было ждать. Но едва ли можно сомневаться в том, что идеи Палласа, проявившиеся во всей его огромной, кипучей деятельности, оказывали неизменно свое влияние на современную научную мысль. Значение Палласа в нашей научной мысли до сих пор нами еще не осознано, и мы обязаны его мысли гораздо больше, чем мы это думаем. Обычно и идея разделения Природы на живую и неживую приписывается не ему, а другим его современникам. В 1786 г. ее высказал, совершенно независимо от Палласа, талантливый молодой французский ученый Ф. Вик д'Азир (1748–1794) в предисловии к своему трактату анатомии, выросшему из публичных лекций. Идеи Вик д'Азира, занимавшего в это время очень видное положение во французском обществе, обратили на себя внимание и оказали большое влияние. К тому же эти идеи носились в воздухе. Независимо от Вик д'Азира то же самое было высказано А.Л. Жюссье (1748–1836) в его знаменитом, оказавшем огромное влияние на развитие ботаники введении в изложение его системы растений. Работа эта подготовлялась несколько лет, и, несомненно, эти идеи Жюссье проповедовал долгие годы, может быть, на десятки лет раньше. После Вик д'Азира и Жюссье это деление Природы сделалось обычным, а вместе с тем невольно стала перед наукой задача о причине такого коренного различия тел Природы. Значение этой задачи еще увеличивалось тем, что к ней подошли – помимо каких бы то ни было теоретических построений – долгим путем эмпирических наблюдений, под влиянием всего комплекса научно установленных фактов.

50. В тесной связи с таким делением Природы на два царства стоит исчезновение границы между царством растительным и животным. Граница между живым и неживым становилась более яркой в сознании натуралистов, и грань между животным и растением стиралась. Необходимость исчезновения этой грани уже очень ясно указана у Палласа в его работе 1766 г., о которой говорилось раньше. Несомненно, та же самая мысль проникает и натуралистов XVII в., например Гарвея или Реди, когда они одновременно изучают яйцо, спору, зерно организма. Ее охватывает и обобщающий гений Шталаля.

Эта идея о тождественности всего живого – единстве жизни – получает свое выражение в это время, в конце XVIII в., и в объединении наук, занимающихся животным и растительным миром. Ламарк вводит для них название *биология* – наука о жизни – и ставит ей задачу – изучение общих явлений и общих законов жизни, в каких бы морфологических формах она ни проявлялась. Любопытно, что и эта логически ясная идея не сразу вошла в сознание натуралистов, потребовались десятилетия.

В общее сознание биология и биологические явления, как резко отличные от явлений мертвой природы, вошли в жизнь во второй половине XIX столетия, когда философские концепции позитивизма, в 1820–1840-х годах безуспешно проповедуемые Контом, вошли в сознание натуралистов под влиянием огромных успехов естествознания. К концу XIX в. биология как особая, независимая от других область изучения Природы окончательно вошла в общее сознание.

Признание общности явлений жизни в растительных и животных организмах получило подтверждение и яркое выражение в том учении, которое выросло в XIX в. и привело к представлению о клетке. Вместе с тем это учение – проникновение в строение организма – заставило еще глубже поставить вопрос о характере самопроизвольного зарождения. Зародившись в первой половине XIX в., учение об общей морфологической и химической основе жизни, учение о протоплазме и клетке получило свое настоящее развитие в 1860-х годах, когда вопрос о гетерогенезе и абиогенезе был в общих чертах решен в сторону принципа Реди для огромного большинства натуралистов.

Я вернусь позже к выяснению того нового, что внесено этим великим обобщением в наши представления о вечности жизни, но здесь необходимо отметить, что в связи с зарождением учения о клетке стал ярко вновь вопрос о правильности господствующего представления о гетерогенезе для низших, микроскопических организмов. В 1837 г. Шванн (1810–1882), один из создателей учения о клетке, опубликовал свои ясные и неопровержимые опыты над самопроизвольным зарождением, которые точно устанавливали теснейшую связь явлений гниения с жизнедеятельностью микроскопических организмов. Еще раньше Шванна с новыми опытами, опровергающими самопроизвольное зарождение, углубляющими и подтверждающими опыты Спалланцани и Тереховского, выступил точный химик, занимавшийся аналитической и агрономической химией, Ф. Шульце (1815–1873). Но незаконченные точные работы Шульце (давалась лишь предварительная о них заметка), так же как и Шванна, не обратили на себя достаточного внимания.

Гораздо большее значение имело в это время другое течение, представителем которого явился не экспериментатор, но наблюдатель – оригинальный, самостоятельно мыслящий натуралист К. Эренберг (1795–1876). Эренберг собрал огромный материал по изучению инфузорий и в целом ряде случаев выяснил условия их развития, доказав для них явления живорождения или образования цист и яиц и сведя, таким образом, их происхождение на обычные способы происхождения высших животных. Вся его деятельность была проникнута идеей обычного происхождения инфузорий и того, что они являются «совершенными животными», т.е. организмами, такими же, как и другие нам известные организмы. В этом отношении Эренберг нередко ошибался, но основная его идея была верна, а главное, им был собран огромный

материал, указавший на то, что во всех тех случаях, когда начинали изучать какой-нибудь микроскопический организм, находили для него не *generatio aequivoca*, а обычный способ происхождения. Не только Эренберг высказывал такие мысли, но он наиболее ярко провозгласил этот принцип и обратил на него общее внимание.

51. За Эренбергом последовали – или одновременно независимо от него работали – ряд ботаников и зоологов, и постепенно, по мере того, как выяснилась сложность Мира микроскопических организмов, выяснялся и для них обычный биогенез. Самопроизвольное зарождение в различных его формах все более и более отодвигалось на пограничные области, где начиналось наше незнание.

Эренберг открыл споры грибов и плесеней и этим путем изъяс в сознании натуралистов эту широко распространенную группу организмов из области гетерогенеза. Точно так же он доказывает происхождение всех инфузорий из яиц.

В конце концов к середине XIX столетия благодаря всем этим работам создается новое настроение среди натуралистов, чрезвычайно неблагоприятное для гетерогенеза и абиогенеза. Принцип Реди начинает вновь охватывать научную мысль.

Во второй половине XIX в., в 1860-х годах, между двумя крупными и известными натуралистами – Пастером и Ф.А. Пуше (1800–1872) произошел знаменитый научный спор, оказавший огромное влияние на всю мысль в этой области, как их современников, так и последующих натуралистов. Его влияние чувствуется еще до сих пор.

Этот спор был бессознательно подготовлен всей предыдущей историей индуктивной научной работы. Он связан был с двумя представлениями об окружающей природе: с одной стороны, о происходящем в ней всюду самопроизвольном зарождении организмов, с другой – о проникновении ее всюду не видимыми простым глазом микроскопически мелкими живыми организмами и их спорами, цистами, зародышами. По мере того как терялась вера в самопроизвольное зарождение, расширялось представление о всеобщей рассеянности организованных элементов жизни. Это последнее представление казалось многим глубоким мыслителям (Шопенгауэр, 1844–1859) еще более парадоксальным, чем само самопроизвольное зарождение. Указания Шопенгауэра являются историческими документами допастеровского времени. Уже в это время мысль явно шла в сторону, которая, как мы видим, имела глубокие корни в прошлом и которая противоречила тому, что казалось господствующим.

Несомненно, конструкция Мира, вытекавшая из идей Спалланцани, которую в новой форме ввел Пастер и к которой мы теперь привыкли, должна казаться более сложной философам, конструировавшим Мир более рационалистического характера. Более того, это победившее в 1860-х годах представление в своем значении для научного мировоззрения осознается во всей полноте только при выяснении жизни как живой материи биосферы.

Однако представления о возможности новообразований живых организмов живы в науке до сих пор, и их неосуществимость неясна для большинства натуралистов; необходимо остановиться на их анализе, раз мы кладем в основу всего дальнейшего рассуждения резко противоположное представ-

ление о непреходимой границе между живым и мертвым. Конечно, я буду всюду касаться этих явлений только постольку, поскольку это необходимо с геохимической точки зрения. Мы здесь далеко не находимся в привычной нам области точно наблюденных фактов. Напротив того, факты здесь отсутствуют; мы находимся в области гипотез и предположений научно-философского характера, и нашей задачей является: 1) проверить, насколько они не противоречат фактам, и 2) точно определить ту область научного изучения, в которой мы должны их сейчас принимать во внимание.

Мы видели, как постепенно исчезла фактическая основа этого верования, получили иное объяснение природные явления, которые думали объяснить самопроизвольным зарождением. Но старые гипотезы не умирали; произвольно самозарождение переносилось в новые условия или допускалось для групп организмов, в данный момент не изученных. Гипотезы о воссоздании живого непосредственно из мертвого продолжали существовать, меняя свой облик по мере успехов знания [VI] (ф. 518, оп. 1, д. 49, крымский текст, л. 48–58).

Еще в конце XVIII в. и в XIX столетии ряд биологов, недостаточно учитывающих современное состояние наших геологических знаний, допускают, что процесс получения живого из мертвого происходит и по сейчас в земной коре, что он является в ней обыденным, нами упускаемым из виду, не замечаемым явлением. Так, допускали существование такого процесса для современной земной коры в 1880-х годах крупные натуралисты, как Негели, и его высказывают целый ряд видных биологов в наше время, например, совсем недавно, Шеффер.

52. Философские представления, которые внесены ими в науку, шли по двум путям, вообще характерным для всех наших исследований в областях изменяющихся природных явлений. С одной стороны, это представления о создании живых организмов из мертвой материи, с другой – об эволюции мертвой материи в живые организмы. В связи с этим предполагается или существование новых форм живого вещества, не изученных морфологически и не входящих в известные нам группы и классы живого вещества, форм более простых по всей своей структуре, чем самые простые нам известные организмы, но входящие и в строение их мельчайших элементов, или же существование гипотетических образований, морфологически промежуточных между живым и мертвым, продуктов эволюционного процесса, идущего в Природе, при генезисе живого организма не из организма же, а из мертвой материи. В историческом ходе науки можно отметить несколько раз попытки наметить конкретно условия зарождения живых организмов из мертвой материи. Не раз предполагали существование на земной поверхности областей определенного характера, где происходил гетерогенез.

Таких областей намечали две: глубины океана и сгущения живого вещества роскошной тропической природы.

Одно время, в 1860–1880-х годах, думали, что подошли даже к открытию этого первого вещества, из которого произошли и происходят живые организмы. Малая изученность морских глубин, неисчерпаемое, казалось, богатство моря жизнью, следы водного происхождения у целого ряда наземных организмов в это время поддерживали древнее, имевшее глубокие корни представление о зарождении жизни в морских глубинах, на дне океанов.

Это представление корнями уходит в глубь мифотворчества. С морем связываются представления о божествах Средиземноморья, связанных с созданием жизни, божества любви – Астарте и Афродите, вышедшей из пены морской. В древнем мифе Греции море мыслится как рождающая утроба жизни. Корни этих воззрений ищут в еще более древней, критской – миносской культуре. В другой стране древнейшей культуры – в Египте начало жизни искалось в продукте воды, в нагретом иле Нила. Отсюда возникло представление о зарождении жизни в иле морского дна, в море. Это представление было широко распространено даже в конце XVIII столетия, в начале XIX в. В фантастических образах его выражал в начале XVIII в., в книге, опубликованной в 1749 г., де Малье; ярко выразил в конце века в *Temple of Nature* поэт-натуралист Э. Дарвин.

53. В конце XVIII столетия и на пороге нового натуралисты-натурфилософы придерживались тех же взглядов. Ламарк принимал зарождение жизни в море или в очень влажных местах суши. Окен рассматривал море как колыбель жизни, придавал ему значение той среды, в которой все время зарождается жизнь. Идеи этого рода охватывали широкие круги натуралистов и живы до сих пор, хотя ясно, что они не основаны на фактах. Они генетически связаны со старинными спекуляциями, и к ним лишь подыскивают факты.

В 1860-х годах, когда идеи о зарождении жизни в море были еще совершенно свежи и глубоко проникали натуралистов, среди продуктов, принесенных драгами из морских глубин, наблюдался слой бесформенного органического вещества, которое было признано такими крупными и различными по характеру работы биологами, как Гексли и Геккель, за первичный организм *Bathybius*¹¹. Казалось, старое натурфилософское мечтание о зарождении первичной материи на дне Океана, переполненного жизнью и создающего ее, получало подтверждение. Дальнейшие наблюдения, однако, вскоре показали ошибочность этих заключений, так как батибий оказался не организмом, а продуктом, образовавшимся при хранении собранного материала. Он был вычеркнут из списка организмов. Но и помимо этого, более тщательное изучение природы мельчайших организмов и химии морского дна не позволяет прилагать к ним то простое представление, которое рисовалось в это время натуралистами, и когда вскоре Бессельс в северных морях открыл схожий с батибием организм *Protobathybius*, животная природа которого принимается до сих пор, – это открытие не изменило положения вопроса. И едва ли сейчас кто-нибудь будет возрождать старинные натурфилософские интуиции о зарождении жизни на дне современного океана из мёртвой, минеральной материи. Следы этих старинных концепций сохранились только в предположениях о существовании такого зарождения в прошлые геологические эпохи, когда свойства океанов были иные.

Другая концепция – зарождение жизни среди сгущений живого вещества в тропической природе, – несмотря на свое широкое распространение, не получила таких ясных форм, как концепция морского гетерогенеза. Нигде не встретились с фактом, который бы заставил считаться реально с этой возможностью, как в случае с протобатибием. Мы имеем здесь только впечатления и переживания натуралистов; так, Стэнли, проходя через девственные влажные леса Центральной Африки в конце 1876 – начале 1877 г., останавливался в изумлении перед обилием в них жизни и чувствовал в них первую лабора-

торию Природы. Но эти ожидания не оправдались; точное знание ничем не подтвердило этих впечатлений первых наблюдателей.

Так как до сих пор никому не удалось доказать существование мельчайших простых элементов организма, рассеянных в Природе вне организма, а еще менее – простых организованных форм материи, не живой и не мертвой, а какой-то промежуточной, не удалось получить эти организмы и их морфологически изучить, то единственным реальным доказательством их существования было проявление их в окружающей их среде, т.е. в земной коре, – этим путем как раз доказано существование организмов, меньших, чем длина световых волн, и недоступных глазу. Но такого доказательства для этих гипотетических тел до сих пор не дано и быть дано, кажется мне, не может. Высказывающие эти догадки биологи предполагают земную кору *tabula rasa*, для которой возможно придумать всякие процессы. В действительности область возможных в земной коре явлений достаточно точно изучена, с химической по крайней мере стороны, в минералогии и геохимии, и можно утверждать, что нигде не встречено и следа воздействия на минеральные процессы таких гипотетических созданий человеческого мышления. Если такие первичные зачатки или элементы организмов образуются сейчас в земной коре, они ничем не отражаются в точно наблюдаемых нами геохимических процессах, следовательно, встречаются очень редко и, очевидно, могут быть нами в геохимии оставляемы в стороне. Но можно идти и дальше и утверждать, что едва ли существуют в земной коре химические условия для их создания.

Какие бы свойства ни придавать этим первичным образованиям – так называемом пробиям, геммулам и т.п., – во всяком случае, они должны в значительной мере состоять из сложных углеродистых азотно-углеродистых соединений, которые как таковые должны существовать в земной коре раньше, чем из них образуются гипотетические зачатки организмов (ф. 518, оп. 1, д. 49, крымский текст, л. 36–61),

54. Гораздо большее значение получило другое объяснение генезиса жизни после того, как Аррениус обратил внимание широких кругов на идею, явившуюся у многих, о заносе жизни из космической среды, о появлении на Земле готовых зародышей. Эти идеи зародились в начале XIX в., когда в науке утвердилось представление о космическом происхождении метеоритов, и уже в 1802 г. фон Маршалль высказывал такое представление для объяснения происхождения окаменелостей.

Среди массы других фантастических предположений натуралистов, которые оставили след в литературе первой четверти XIX в., мы встречаемся уже с предположениями о переносе зародышей жизни вместе с метеоритами из небесных пространств. Такие представления высказывал, например, в 1819 г. мюнхенский натурфилософ Грунтгуйден в своей космогонии и еще раньше француз Sales Guyom de Montlivault.

В 1865 г. эти идеи высказал в гораздо более яркой общей и научной форме немецкий врач Г.Э. Рихтер¹², связавший их с идеями эволюции и учением о панспермии. По этим теориям жизнь рассеяна в мировом пространстве всюду – теория панспермии – и переносится от одного тела к другому. Можно здесь отличать два разных течения – одно, которого придерживался Рихтер и которое связано с переносом жизни мелких организмов и спор в падениях метеоритов, космической пыли, космозоев. Общее внимание обратили идеи

этого рода после того, как к ним независимо от Рихтера подошли У. Томпсон (Кельвин) в 1871 г.¹³ и Гельмгольц¹⁴ около того же времени, защищавший эту гипотезу до конца жизни. В 1872 г. известный ботаник Ф. Кон¹⁵ в публичной лекции обратил внимание на космозою Рихтера. С тех пор Идеи эти не сходили с поля научного зрения. Но доказательства их защитников все же не имели большого успеха и вызвали многочисленные возражения разного рода, которые, мне кажется, не являются непреодолимыми¹⁶. Одним из важнейших является медленность движения метеоритов, необходимость долгого их нахождения в не приспособленном для жизни небесном пространстве, невозможность сохранения жизни при столкновении небесных тел и т.п.¹⁷. В связи с этими возражениями Сванте Аррениусом (1859–1927)¹⁸ было принято во внимание давление светового луча и была выдвинута другая гипотеза – о перемещении мельчайших спор организмов с мельчайшей космической пылью под влиянием сильного лучевого давления. По Шварцшильду, максимальную скорость под этим влиянием приобретают шарообразные тела размером в 0,16 мкм, совпадающими с размерами организмов. Можно думать, что такие зародыши жизни все время попадали и попадают на Землю и другие планеты вместе с потоками такой космической пыли определенных размеров, которая постоянно падает на Землю. Через небесные пространства эти пылинки передвигаются под влиянием давления световых лучей со скоростью, близкой к скорости света. Этот поток зародышей, идущий из небесных пространств, из разных тел солнечных систем, может происходить извечно и переносить зародыши жизни от одной планеты к другой. Попадая на какое-нибудь планетное тело, они гибнут, если условия существования для них неподходящи, и развиваются, если на это есть возможности. Процесс этот может продолжаться и теперь и быть обыденным явлением.

Несомненно, после работ Аррениуса¹⁹, эти идеи получили в последнее время большое распространение. Они особенно удобны потому, что совершенно оставляют в стороне вопрос о зарождении жизни на Земле. Жизнь может быть извечной, но новой лишь на Земле, где есть условия для ее продолжения, но не для ее зарождения. Гипотеза Аррениуса заслуживает серьезного внимания и требует прежде всего тщательного изучения явления, лежащего в ее основе, – космической пыли на поверхности нашей планеты. Здесь мы имеем сейчас больше теорий и предположений, чем точных наблюдений. Необходимо широкая организация наблюдений над космической пылью, причем должны быть приняты во внимание и выводы из гипотезы Аррениуса. Я не считаю их столь безнадежными, как предполагает сам Аррениус, указывающий, что количество спор может быть незначительно и может быть замечено в среде космической пыли²⁰. Надо раньше начать систематическое исследование, а тогда оно даст ответ и на это предположение.

Эта гипотеза вызвала ряд возражений, в общем едва ли очень прочных²¹. С точки зрения геохимии нет серьезных возражений, если предположить, что проникновение космического живого вещества началось раньше геологического времени. Она не изменит в таком случае нашего заключения об извечности жизни в течение геологического времени.

Гораздо сильнее, мне кажется, возражения общего биологического характера. Допуская предположение проникновения микроорганизмов (и то одного, определенного размера), Аррениус считает, что от них может путем эво-

люции развиваться все то разнообразие живого вещества, которое мы сейчас наблюдаем у нас на Земле. Мне кажется, что это воззрение противоречит общему принципу эволюции. Мы имеем изменчивость – эволюцию – в течение геологического времени видов и родов живого вещества, но нигде не видим признаков эволюции всего уклада живого вещества. Едва ли мы имеем право из того, что мы знаем, предположить, что все разнообразие организмов, сложное живое вещество, могло путем эволюции вырасти из немногих одноклеточных организмов, поселившихся на земной поверхности из космического пространства. Нигде в геологии мы не видим следа эволюции живого вещества как целого. Если этот процесс развития существовал, он должен был происходить в догеологические периоды жизни Земли, – только тогда имели эти космические организмы значение в истории нашей планеты как возбудителя жизни.

55. Нельзя не отметить, что научно допустимые возможности далеко не исчерпываются теми решениями вопроса о зарождении жизни, которые были мной указаны на предыдущих страницах. Так, например, мыслимо и возможно допустить, что жизнь может в своем зарождении зависеть не только от высокой активности прежних космических периодов земной коры, но и от свойств космических лучей, с ней связанных в прежнее или настоящее время. Может быть, необходима для ее зарождения определенная комбинация геологических условий и космических излучений определенного характера. Возможно и допущение, что разные группы, разные порядки живой материи, с которыми мы ознакомимся ниже, неодинаковы в своем происхождении, например, что неодинаково по происхождению живое вещество, связанное с лучеиспусканием Солнца, – зеленый мир растений, населяющий поверхность нашей планеты, с одной стороны, и, с другой стороны, проникающий почву, грязи, океан и породы мир микроорганизмов, не связанный со светом и кислородом, строящей силу живого вещества из проявлений химической энергии.

В поэтическом и религиозном творчестве [различных космогонических построениях] и пограничных областях мы и сейчас имеем многочисленные другие теории, которые резко отличаются от рассмотренных; некоторые из них могут принять наукообразную форму. Мы не будем на них останавливаться, так как они не влияют на развитие научной мысли и не дают никаких данных для современной научной работы²². Но кто сможет сказать, что среди них нет таких, к которым в будущем обратится человеческая мысль, и что в них не найдется научная истина?

Человеческий ум бесконечен в своем разнообразии, и мы напрасно пытались бы заранее ограничить все доступные ему возможности, раз мы не можем проверить их на реальном облике Природы (ф. 518, оп. 1, д. 49, л. 68–71).

56. С идеей о вечности жизни тесно связано другое представление, которое мало обращало на себя до сих пор внимание в научной работе, хотя оно связано с глубочайшими проблемами жизни.

Это идея о невозможности полного и бесследного уничтожения жизни [VII] (ф. 518, оп. 1, д. 49, крымский текст, л. 72–79).

Но в науке эта задача не ставилась в ясной форме со времен Бюффона. Лишь в последнее время мы наблюдаем попытки подойти к ее обоснованию, попытки очень осторожные и все еще далекие от научной реальности, на-

пример в некоторых новых космогониях, недавно у Аррениуса или в работах отдельных ученых, членов Общества исследования психических проблем, например у Лоджа и т.д.

Обращаясь к реальному наблюдению явлений в Природе, мы видим, что уничтожение жизни без явного ее перехода в новую живую форму представляет редкое явление Природы. Такое уничтожение происходит с помощью огня во время катастрофических природных явлений, связанных с вулканическими извержениями, при геологических процессах тектонического характера с быстрым отложением осадков и т.п. Но эти явления в Природе не часты, при обычном ходе геологических процессов жизнь не уничтожается: вещество организма немедленно при смерти его переходит в вещество другого организма, не выходит из цикла жизни. Процессы уничтожения жизни, этим путем происходящие, как увидим, далеко не безразличны с геохимической точки зрения и чрезвычайно характерны для геохимической истории живого вещества. Они связаны с временем выхода вещества из биогеохимического круговорота. Но то, что при этом жизнь исчезает бесследно, есть все же пока лишь гипотеза, не противоречащая, правда, фактам, но стоящая вне научного изучения и научной проверки, ждущая исследования.

В общем в Природе наблюдается явное стремление организмов – живой материи – удерживать в течение непрерывного времени то вещество, которое вошло в круг ее воздействия, и едва ли можно сомневаться, что часть, может быть даже большая, этого вещества не выходила из цикла в течение миллионов лет.

Нельзя, мне кажется, не отметить аналогии из других областей знания, которые заслуживают серьезного внимания для правильного понимания характера проблемы.

Учение об атоме, так ярко охватившее научную мысль XX в., выявило и для атома аналогичное обстоятельство. Уже Ланжевэн указал, что атом «не стареет», что он умирает только вследствие обстоятельств, связанных с внутренним случаем. Возможно, что это случай и не внутренний, а внешний, если верны идеи Перрена (1919) о проникающих излучениях изнутри Земли как причине распада атома. Важно, что мы и в этом случае, как и в переходе живого в мертвое, имеем дело не с естественной эволюцией, связанной с необходимостью, а с внешней, по существу, случайностью.

Наконец, весь этот цикл идей находится в связи с третьей областью, уже не научных, а космогонических представлений, вырисовывающихся в человеческом сознании, но странным образом тоже не обративших на себя заслуженного внимания.

57. Среди космогоний долгое время создавались два течения, резко различные. С одной стороны, предполагался процесс изменения Мира во времени: в той или иной форме в космогонических представлениях господствовал эволюционный принцип. С другой – представление о Мире основывалось на неизменности его картины, в целом – вечности. Долго господствовали идеи первого рода. Представления о вечности картины Мира долго не проникали в научное и философское мировоззрение нового времени. Для них характерен в той или иной форме эволюционный принцип. Из новых философских систем XIX–XX столетий мне известна только система Чольбе, стоящая на почве неизменности картины Мира. Философская и научная мысль была охвачена

эволюционными представлениями и так или иначе связывалась с представлением, что с течением времени картина Вселенной меняется и различна в разные эпохи.

Однако такое представление отнюдь не является необходимым с точки зрения эволюционных идей, и оно, по существу, противоречит идее о бесконечности Вселенной. Очень трудно, мне кажется невозможно, представить себе Вселенную, бесконечную в пространстве, которая бы на всем этом бесконечном пространстве проходила закономерно одну и ту же эволюционную стадию. Логически мы пришли бы здесь к противоречию идее бесконечности. В то же самое время представлять себе ограниченную Вселенную мы не можем.

Но процесс эволюции возможно мыслить происходящим различно в различных частях Вселенной и в общей картине, ею представляемой, видеть одновременно в ней существующие разные стадии этого процесса. Эволюционный процесс явится в этом случае одним из свойств неизменной в целом Вселенной, всегда в ней проявляющимся, причем общая картина ее, взятая в целом, не будет меняться в течение времени.

С космогониями, связанными с таким представлением о Вселенной, очень хорошо согласуется представление о вечности жизни и об отсутствии зарождения живой материи из мертвой в области явлений, подчиненных второму закону термодинамики.

Среди космогонических представлений последнего времени мы видим несколько систем, связанных с такой идеей о неизменности во времени картины Вселенной. Одной из таких систем является система Аррениуса. В круг явлений, охватываемых такими космогониями, входят и представления современной геохимии, основанные на вечности жизни, по крайней мере в течение времени, охватываемого химическими процессами.

СВЯЗЬ МЕЖДУ ЖИВЫМ И МЕРТВЫМ В БИОЛОГИИ

58. Отсутствие переходов между живым и мертвым, невозможность создания живой материи исключительно из мертвой не противоречат другому исходному положению, что в земной коре существуют между живым и мертвым постоянные взаимоотношения и что живое почти всегда наблюдается в земной коре в непрерывной связи с мертвой материей. Оставив пока в стороне своеобразные состояния живого вещества, когда отсутствует или почти отсутствует его связь с мертвой материей, остановимся сперва на особенностях обычной связи живого с мертвым в земной коре.

С геохимической точки зрения взаимная связь между живым и мертвым очень резко сказывается в обмене химических элементов. Живые организмы непрерывно извлекают химические элементы из земной коры и возвращают их в нее вновь, до известной степени превращая их в новые соединения, устойчивые вне среды их образования. Это производится организмами двояким путем – частью путем природного обмена, когда организмы проводят химические элементы через свои тела, частью путем изменения природных соединений без проведения их через свои собственные тела. Это последнее явление очень ярко представлено в геохимической работе человечества – та-

ковой является вся его техническая деятельность, создающая современную цивилизацию.

В конечном итоге вся задача изучения живого вещества в геохимии сводится к изучению с химической точки зрения их взаимных соотношений. Как это ни странно, наука не подходила до сих пор к этим вопросам систематически и в достаточном масштабе. Ими не занимались ни биология, взятая в самом широком ее понимании, наука о живом во всех его проявлениях, ни науки геологического цикла.

Это объясняется ходом истории науки, и прежде всего проникновением в науку в готовой форме представлений о неразрывной связи живого организма с окружающей его мертвой материей. Проникшие в науку в готовой форме из религиозных или философских построений, они были восприняты наукой как нечто обычное, всем известное, не были обоснованы на научном исследовании и вследствие этого долгое время не подвергались научному изучению и только изредка, в отдельных случаях, им охватывались.

Отчасти это связано было с тем, что в воспринятых наукой религиозных и философских верованиях не было, как мы видим, непроходимой в природных процессах границы между живым организмом и мертвой материей. Живой организм при смерти превращался в мертвую материю и мог быть из нее природными процессами воссоздан, что-нибудь вроде *via plastica Naturae* натурфилософов эпохи Возрождения.

С этими представлениями вполне совпадали господствовавшие в окружающей научную работу культурной среде мысли о неразрывной и неизбежной связи живого и мертвого. Скептическое отношение ученых к одной части философских концепций не могло не отразиться и на другой их стороне. Искания научной работы направлялись больше на организм, на его внутренние свойства, чем на его проявления и влияние на внешнюю среду.

В тех случаях, когда они встречались с этим влиянием, они всецело находились в атмосфере обычных господствующих воззрений своей культурной среды, не приводя их в форму научных положений.

В течение тысячелетий мы наблюдаем ярко выражаемую мысль о тесной связи живой с мертвой материей и в религиозных и поэтических представлениях, связанных с бренностью жизни, со смертью, с нравственными переживаниями личности.

Еще гораздо ярче и для всех понятнее подходила мысль человека к связи живого и мертвого, когда вместо человечества мы обратимся к царствам животному и растительному. Здесь исчезают моральные вопросы, и здравый смысл – обыденное знание – вполне совпадает с реальной действительностью, являвшейся объектом научной работы.

Тесная связь живого и мертвого, проявляющаяся, таким образом, со смертью и разрушением организма, являлась готовым субстратом научной мысли, и, когда ученым приходилось касаться этого вопроса, она выступала как нечто само собой разумеющееся, но, полученная наукой извне, она не была переработана научной мыслью, и из нее не были сделаны научные выводы, которые, несомненно, явились бы, если бы этот принцип неразрывной связи вошел в науку в результате научной работы.

Поэтому эти представления о неразрывной связи живого и мертвого в земной коре не проникли научную мысль и научное мировоззрение в его це-

лом, а проявились только там, где их вызвали к жизни обстоятельства исторического развития науки.

Благодаря этому мы видим их медленное проникновение в научное сознание даже тогда, когда научная мысль сталкивалась с этими вопросами вплотную, и только благодаря этому становится нам понятным, иначе непонятное, оставление их в стороне в тех случаях, когда применение их казалось бы с научной точки зрения неизбежным и плодотворным.

59. Особенно резко сказалось это в тех областях научного знания, которые связаны с изучением живого, – *в науках биологических*. Мы видим здесь, в их истории, на каждом шагу, проникновение этого принципа извне, его независимое происхождение от научной работы.

Очень ярко это видно уже на истории определения жизни, попыток формулировки этого понятия, исходного для всех биологических наук, которые постоянно возникали, хотя бы в связи с потребностями преподавания, т.е. при передаче молодым поколениям научных достижений прошлого.

В течение XVIII и XIX столетий мы наблюдаем многие десятки таких определений, вызвавших большую литературу. Их в обилии собирали великие физиологи, широко охватывавшие науку: в XVIII столетии – Галлер, в первой половине XIX в. – И. Мюллер, во второй – Клод Бернар.

Только во второй половине XIX столетия эти искания уменьшились, вошли в жизнь такие определения этого понятия, которые и сейчас господствуют среди натуралистов. Эти определения как раз заключают в своем содержании принцип неразрывной связи жизни с окружающей мертвой средой. Он вошел в определение жизни после вековой борьбы и все же, войдя в него, не оказывал до сих пор того влияния на научную мысль, которое можно было логически ожидать от его признания.

Одним из наиболее обычных, довольно удачных по сжатости и точности определений жизни является сейчас определение ее Г. Спенсером в его «*Основах биологии*», сделанное в середине прошлого столетия. Спенсер рассматривает жизнь как постоянное взаимодействие автономного организма и внешней среды. Спенсер указывает, что аналогичная мысль была высказана раньше него О. Контом, хотя легко убедиться, что Спенсер не вполне правильно понимал Конта и что Конт был яснее и глубже проникнут этой идеей, чем сам Спенсер. Уже после Спенсера и независимо от него и от Конта то же определение жизни в более яркой и очень красивой форме дал Клод Бернар в 1860-х годах, и только с тех пор оно вошло в научное сознание и стало для нас обычным и ясным. К. Бернар рассматривал жизнь как взаимодействие организма не только с земной, но и с космической средой. В этом красивом образе он, может быть бессознательно для себя, высказал глубокую мысль, великие следствия которой до сих пор не охвачены нашим сознанием.

В сознание натуралистов еще менее проникли последствия из тех более глубоких выражений этой связи живого и мертвого, даваемых теми учеными и философами, которые выдвигают динамический принцип, ярко выраженный в этом взаимоотношении. Его, например, утверждает из новых философов Бергсон. Он говорит: «Жизнь, проявляемая организмом, является определенным стремлением (effort) добывать определенные виды (choes) от мертвой материи (Matiere brute)». В науке господствуют чисто статические

определения жизни, каковыми являются определения Спенсера и К. Бернара, а эти определения являются не чем иным, как выраженным на научном языке исконным верованием и пониманием природных процессов человечеством. Тех самых верований, которые ярко выражены были, как мы видели, средневековыми поэтами Востока, иногда даже за 1000 лет до К. Бернара, в формулах ученого языка того времени, когда наблюдаемое в живом веществе кругообращение химических элементов было образно представлено в XI в. нашей эры персидским поэтом Омаром Хайямом в виде вечного перемещения из живого в мертвое и обратно тех четырех элементов средневековой философии и науки, которые отвечают в значительной мере и нашим химическим элементам.

Но в действительности эти представления, принятые наукой только во второй половине XIX столетия, явно сознавались учеными много раньше Огюста Конта. История проникновения в науку этих обыденных представлений не изучена, но мы знаем, что уже в XVIII в. идея связи живого с мертвым как характерного проявления жизни на нашей планете, ее основного условия, была научно выражаема отдельными учеными. Ясные указания на понимание этого положения и сознание его значения мы видим в конце XVIII в. у Вик д'Азира²³. Ее высказывали в более или менее ясном виде младшие современники Вик д'Азира в самом начале XIX в. – Ламарк, у которого ее находят некоторые его современные поклонники, и Тревиранус, мысль которого запуталась в философских построениях. Наконец, в 1811 г. ее выявляет с небывалой раньше ясностью, в яркой и блестящей форме Кювье, давший тогда свое определение жизни, правильно передающее происходящее в природе явление. Кювье рассматривал жизнь как вихрь, проносающий через организм химические элементы мертвой материи и возвращающий их назад в окружающую организм среду.

60. В научных определениях жизни другого рода – в определении, например, Биша, – в которых исчезает указание на теснейшую и неразрывную связь живого с мертвой материей, с окружающей организм средой, все проявления жизни переносятся в то неделимое, каким является организм. Только внутреннее его строение и процессы, в нем происходящие, необходимы для понимания жизни, и внешняя среда – окружающая организм мертвая материя – является для него чем-то чуждым и внешним, против чего организм должен защищаться. Для познания жизни и ее основных свойств нет надобности изучать те изменения, какие вносит организм своей жизнедеятельностью в эту чуждую ему стихию, ибо они жизненным проявлением не являются. Организм есть механизм *не земной коры*, но механизм в *земной коре*, с ней основным образом не связанный и чуждый происходящим в ней процессам.

Сейчас в научной мысли мы переживаем своеобразное явление, которое в значительной мере объясняется тем, что положение о неразрывной связи живого и мертвого не выведено в науке путем научного поиска, а вошло в нее извне – из философии и обыденной жизни²⁸. Приняв формулу жизни Спенсера и К. Бернара, в науке не сделали из нее неизбежных логических выводов. Фактически и сейчас в науке царят еще в своих следствиях старые представления о живом организме как чуждом механизме в земной коре, с ней

не связанном в своих жизненных проявлениях. Изучая организмы – живую материю, оставляют без внимания, как не важное для ее понимания явление, изменения, совершаемые ими в окружающей их внешней среде.

Несомненно, в таком представлении об организме есть большие удобства для научной работы. Часть истины оно захватывает, и во многих случаях можно им довольствоваться, не встречаясь с противоречиями в получаемых при такой работе следствиях. Организмы суть индивиды, они во многом независимы от окружающей среды, автономны, и многие явления, в них происходящие, могут безопасно изучаться только с этой точки зрения. Эта автономность идет, вероятно, очень далеко и далеко не безразлична с геохимической точки зрения, но она все-таки ограничена, не охватывает всех проявлений жизни.

Исторически, однако, сложилось так, что в биологии сейчас под влиянием общих философских представлений и преувеличения автономности организма ученые обычно довольствуются исследованием организма, если можно так выразиться, самого в себе. Даже в физиологии питания и дыхания, которые дают нам огромную массу любопытных наблюдений, факты и наблюдения рассматриваются исключительно почти с точки зрения внутренних процессов организма, их проявления во внешней среде как бы признаются неважными для познания жизни, чисто механическими следствиями, с ней не связанными и для нее случайными. То же самое в еще более резкой форме наблюдается в других областях биологии.

Морфологическая точка зрения на организм как на автономное неделимое преобладает среди современных натуралистов. Натуралист привыкает изучать организм отдельным от Окружающей среды и забывает, что живой организм ни на одну минуту не прекращает своей с ней связи, к ней приспособляется, извлекает из нее химические элементы и вносит в нее другие элементы, что эта измененная им самим, измененная другими организмами – жизнью – внешняя среда, природа, могущественным образом влияет и на все его функции, и на его форму. Благодаря тому, что в огромной массе проблем биологии зависимость организма от внешней среды исчезает из поля нашего зрения, вместо живого организма изучается в ней искусственно отделенное от внешней среды тело, не отвечающее реальному объекту Природы.

61. Сейчас в биологии только в одной области сознание теснейшей связи внешней среды с жизнью организма проникло достаточно глубоко для того, чтобы повлиять на характер научной работы. Это мы видим только в микробиологии.

И как раз здесь, где одновременно точно изучается одинаковыми химическими методами влияние организма на внешнюю среду и влияние внешней среды на организм, достигнуто наибольшее проникновение в явления жизни, может быть, именно вследствие того, что здесь мы никогда не отделяем организм от внешней среды в нашем изучении, как это мы делаем в других областях биологии. Нередко здесь мы изучаем эту среду даже больше, чем сам организм. По крайней мере с химической точки зрения среда, в которой живут микроорганизмы, изучена больше и лучше, чем сами микроорганизмы. Мы не имеем, например, точных анализов микроорганизмов или, вернее, имеем их немного и очень неполные, хотя химические явления, идущие в окружающей их среде, нередко изучены достаточно точно.

Эти изменения внешней среды до такой степени оказываются характерными для познания микроорганизмов, что постоянно служат превосходными видовыми признаками, не менее точными, чем морфология организма. В вызываемых микробами болезнях или в связанных с их жизнью химических процессах мы можем изучать вид организма более точно, чем всеми другими способами. Достаточно с этой точки зрения вспомнить те тонкие проявления различия, какие открываются нам в продуктах брожения бродильных грибков, и те выводы, которые мы делаем отсюда о существовании определенных рас дрожжей.

Во всех этих вопросах микробиологии мы для получения нужных результатов для изучения изменения среды под влиянием организмов идем одним путем. Мы изучаем не влияние отдельного организма, а *проявление массового воздействия их совокупности*. Отдельный организм слишком слаб и ничтожен по сравнению с мощной земной средой, его окружающей. Мы можем удобно наблюдать его проявление в ней только тогда, когда эффекты отдельных неделимых складываются и дают суммируемое проявление. Очевидно, все организмы одного и того же вида действуют на окружающую среду в одном и том же направлении, в среднем одинаковым образом, и, для того чтобы получить *средний эффект одного неделимого* (т.е. видовой или расовой признак), нам необходимо разделить суммарное проявление совокупности неделимых во внешней среде на количество всех неделимых этой совокупности.

Очевидно, на тот же самый путь, как и микробиология, должны вступить и другие отделы биологии, в которых могут быть получены данные о связи живого и мертвого. Они собираются в физиологии животных и растений, отчасти в прикладных их отделах – в агрономии и зоотехнике, но, вообще говоря, эти данные относятся к индивиду; при этом большей частью они изучаются только с точки зрения того эффекта, который они производят в организме, а не в их массовом проявлении, как это мы видим в микробиологии. Для того чтобы иметь возможность пойти по этому пути, необходимо внести в науку новые понятия, в ней отсутствующие [VIII] (ф. 518, оп. 1, д. 49, крымский текст, л. 72–79).

НАЧАЛО И ВЕЧНОСТЬ ЖИЗНИ В ГЕОЛОГИИ И ГЕОХИМИИ

62. В тесной связи с вопросом о космичности жизни стоит вопрос, проникший в науку извне, из религиозных и философских построений, одна из семи мировых загадок Дюбуа Реймона²⁴ – *вопрос о происхождении жизни*.

Его постановка и его значение совершенно меняются, будет ли жизнь признана всемирным – космическим – или земным явлением.

Вопрос этот постоянно ставится в науке, имеет большую литературу и сложную историю, но с точки зрения жизни как космического явления его постановка отнюдь не является неизбежной и необходимой.

Напротив того, совершенно ясно, что если жизнь есть космическое явление, происходящее всегда в определенных условиях существования планеты, то она всегда проявляется где-нибудь в мироздании, где существуют отвечающие ей термодинамические условия. В этом смысле можно говорить об *извечности жизни* и проявлений ее организмов, как можно говорить об извеч-

ности материального субстрата небесных тел, их тепловых, электрических, магнитных свойств и их проявлений.

С этой точки зрения столь же далеким от научных исканий будет являться вопрос о начале жизни, как и вопрос о начале материи, теплоты, электричества, магнетизма, движения. В этой плоскости вопрос может быть поставлен в философии, и так он ставится, но он не может являться объектом научного искания. В науке вопрос о начале жизни должен ставиться в конкретной обстановке независимо от того, имела ли жизнь вообще когда-нибудь начало. Так же изучали мы в науке вопросы движения или материи, или энергии, не касаясь вопроса об их вечном или временном существовании во Вселенной. Лишь в научных космогониях – философских обобщениях – мы подходим к испытанию этих вечных загадок.

Если бы даже мы стали рассматривать жизнь как космическое явление в другой плоскости – в миропредставлении тех физиков, которые считают ее появление маловероятным событием в мировом хаосе, то и здесь для нас не оказалось бы места для научной постановки этого вопроса, так же как нет места для научного изучения абсолютного случая [IX] (ф. 518, оп. 1, д. 49, л. 37–39).

63. Извечность жизни во Вселенной не предрешает ее извечности на нашей планете. На Земле она может быть новым явлением. Признавая извечность жизни в Космосе, возможен вопрос: *когда жизнь появилась на нашей планете?* Решение этого вопроса имеет большое значение для правильного понимания задач, разбираемых в этом труде.

В науке сейчас установилось ошибочное убеждение, что постановка этого вопроса вытекает из научных фактов. Предполагается как будто, что на Земле, несомненно, существовали условия, когда жизни не было, и появились новые условия, когда жизнь началась. В действительности это есть только одна из возможных научных гипотез, не противоречащая в известной форме ее изложения научным фактам, но из них не вытекающая. Совершенно так же не противоречит научным фактам – данным опыта и наблюдений – предположение, которое хотя и менее обычно, однако не раз делалось, например, Кернер фон Марилауном, что жизнь на земле извечна и что не было времени, когда на Земле не было бы организмов, даже больше того, Кернер фон Марилаун совершенно правильно считал возможным допускать, что некоторые группы организмов – хлорофиллоносные растения – наблюдались на Земле в течение всего геологического времени.

Сознание необходимости признания начала жизни на Земле так глубоко проникало в науку, что забылось его недавнее происхождение. Оно имеет лишь столетнюю давность. Раньше вопрос о начале зарождения жизни на Земле подымался в философских и религиозных построениях; он входил в космогонические системы, но наука стояла совершенно вдалеке и в стороне от него. Не было научных фактов, заставлявших подымать эти вопросы. В начале XIX в. Кювье было высказано удивление, что ему приходится научно ставить вопрос о начале жизни на Земле. Из этой вновь возникшей идеи Кювье сделал огромные выводы, новые и неожиданные. Исходя из казавшихся ему неопровержимыми геологических фактов, он считал необходимым предположить, что жизнь на Земле возникала несколько раз, что были периоды геологических катастроф, когда она исчезала или замирала и затем – в новых формах – вновь возникала.

Вопрос о начале, о возникновении жизни на Земле был поднят в науке в начале XIX столетия под влиянием, с одной стороны, неверных и неправильно понимаемых, как мы теперь знаем, геологических наблюдений, а с другой – под влиянием того, что наука была охвачена космогоническими обобщениями, по существу ей чуждыми (<...>), но изложенными в научной форме и вошедшими в научное мировоззрение.

Оба эти явления охватили науку уже в первой четверти XIX столетия, и лишь в конце XIX – начале XX в. начало меняться в ученой среде отношение к этим выводам и гипотезам.

64. Казалось, необходимость постановки вопроса о начале жизни на Земле вытекала из геологических наблюдений. Углубляясь в строение земной коры, исследователи встретились со слоями наиболее глубокими и древними, в которых не было ни окаменелостей, ни отпечатков организмов. Всюду на земном шаре, где бы человек ни углублялся в древние слои, он встречался с лишенными организмов, т.е. жизни, азойными – безжизненными – слоями так называемой архейской эры. Эти слои являлись мощными, более, может быть, мощными, чем те слои, в которых царила жизнь. Казалось, мы имели реальный факт отсутствия жизни на Земле, доказанный наукой.

Так этот факт и был воспринят в первое время большинством исследователей. В этих безжизненных отложениях видели остаток «первичной земной коры», отложения, происшедшие в отсутствие жизни, без участия живого вещества. Ставился вопрос: когда же она появилась?

Однако, по мере того как углублялось научное исследование, можно было убедиться, что такое объяснение неверно. Неуклонно во всех местах земной коры оказывалось, что никаких следов первичной земной коры мы не видим, везде, где только стали изучать эти азойные отложения точно и внимательно, могли убедиться, что они являются сильно измененными, метаморфизованными осадками, в которых были остатки организмов, но до нас не дошли, исчезли и до неузнаваемости изменились. И прав один из самых глубоких и точных исследователей этих архейских отложений, известный финский геолог Седергольм²⁵, который в результате своих многолетних исследований приходит к общему выводу, что условия самых древних архейских отложений очень близки к современным и происходили в присутствии и при участии живого вещества.

Сейчас этот вывод является господствующим в научной среде и едва ли может быть поколеблен.

65. Одновременно та же необходимость вопроса о начале жизни вытекала из космогонических представлений, охватывающих научное мышление. Великие астрономические открытия XVIII в., особенно открытия старшего Гершеля, чрезвычайно расширили наше знание звездного мира. В нем мы начали чувствовать не хаос, а новую стройную систему или системы много более грандиозные, чем та, какую выявила нам наша Солнечная система. Под влиянием новых открытий и развития небесной механики старые космогонические идеи получили новые формы. Лаплас, точный ученый и великий математик, придал блестящую форму, связанную с научным материалом его времени, космогонии Солнечной системы^{26–27}. Космогонические идеи и системы, которые рисовались в XVII и XVIII вв. и больше по форме примыкали к философии, чем к науке, – космогонии Декарта, Бюффона, Райта, Сведен-

борга, Ламберта, Канта – были заменены новой, тесно связанной с достижениями небесной механики и наблюдательным материалом астрономии того времени. Космогония получила в ней новое значение в научном мировоззрении. По этим проникшим научное мировоззрение XIX в. космогоническим воззрениям Лапласа, Земля проходила через стадию высокой температуры, газообразного или жидкого состояния, через условия, не дававшие места на ней жизни. Казалось, что геологические наблюдения – наблюдения над азойной первичной корой – служили ее подтверждением.

Однако одновременно с крушением понятия о первичной коре шло изменение и космогонических воззрений. Наряду с кантлапласовской гипотезой появились новые гипотезы, строившие совсем другие формы былого небесных миров и в общем столь же хорошо объяснявшие многие наблюдаемые факты и столь же, может быть, недостаточные для охвата их всех, во всем их все увеличивающемся разнообразии. Гипотеза Лапласа потеряла то значение, какое она имела в XIX столетии²⁸. Среди существующих сейчас космогоний есть такие, которые открывают другие перспективы для жизни, совместимые с ее вечностью на нашей планете. Не говоря о стоящих в стороне представлениях о неизменности общей картины Мира, отрицающей те эволюционные изменения, которые даются другими космогониями (такова, например, космогония Чольбе²⁹), есть космогонии и эволюционного характера, допускающие извечное состояние жизни на Земле.

К ним, например, относится своеобразная космогония Фехнера³⁰, допускающая такое состояние Мира, когда не было ни живого, ни мертвого, а было особое космоорганическое состояние вещества, давшее начало и неорганическому (мертвому), и органическому (живому). Эти спекуляции Фехнера, стоящие далеко от точной научной работы нашего времени, но ей не противоречащие, приводят, как известно, к представлениям о небесных телах, как бы одаренных жизнью. Здесь уже меняется даже и само представление о жизни по сравнению с научным, а потому оно должно быть оставлено в стороне в научной работе^{31–32} [X] (ф. 518, оп. 1, д. 49, л. 40–44).

66. Чуждый науке в своей основе характер космогонии ясно виден уже и в том, что мы имеем одновременно много космогоний, резко противоположных, которые, однако, все имеют одинаковое право на существование. Если мы попытаемся охватить сейчас еще живые космогонии, т.е. те, которые имеют сторонников и могут оказывать влияние на человеческую мысль как построения, не противоречащие современному культурному миропониманию, мы увидим, что число их не менее числа живых философских систем.

В этой множественности равноценных космогоний ярко сказываются чуждые науке основные черты их создания. В связи с этим они менее зависят от подтверждения их фактами, чем научные истины.

Они останутся незыблемыми для тех, кто захочет их принимать, даже тогда, когда подтверждавшие, казалось, их научные факты получают другое объяснение.

Это мы можем видеть и на данном примере. Земной первичной коры – застывшей коры расплавленного шара Земли, лишённого жизни, не оказалось среди наблюдаемых геологических фактов. Но это никоим образом не отразилось на кантлапласовской гипотезе. Мы только отнесли предполагаемую в ней стадию Земли в более древний период, чем самые древние нам доступ-

ные геологические слои Земли. Мы должны отнести ее к тем временам, которые не отразились на изучаемой в геологии истории Земли, – перенести на космические, догеологические периоды земной истории.

67. Иногда пытаются обосновать необходимость принятия космогонических предпосылок для начала жизни иным путем. Считают, что они не зависят от формы космогонии, а связаны с лежащим в ее основе принципом эволюции. В астрономии, геологии, биологии выдвигается принцип эволюции как основа всех изучаемых в этих областях знания явлений. Думают, что эволюция необходимо требует *начала* для объекта, в котором она проявляется, – для мироздания, Земли, жизни³³. Нельзя, однако, забывать, что космогонии могут быть основаны и не на эволюционном принципе или не на одном эволюционном принципе. Для таких космогоний необходимость начала жизни отнюдь логически не обязательна. Но даже и для космогоний чисто эволюционного типа далеко не всегда обязательно допущение существования начала эволюционного процесса. Я не могу здесь вдаваться в рассмотрение этого вопроса более философского, чем научного интереса, тем более что для данного частного вопроса о зарождении жизни на Земле начало ее, если бы оно при эволюционном процессе должно было бы существовать, надо отнести к тем космическим стадиям эволюции нашей планеты, которые пройдены ею до начала геологической ее истории, ибо в геологической летописи мы не видим никаких фактов, которые бы указывали на безжизненные эпохи земной истории. А эти стадии жизни Земли в геохимии не отражаются.

В частности, в явлениях, изучаемых в геохимии, нет ни одного сколько-нибудь серьезного указания на ход геохимических процессов в отсутствие жизни. Присутствие живого вещества, его участие в земных химических процессах, ясно видно в самых древних доступных точному геологическому изучению отложениях. А если мы не можем этого заметить, мы должны признать, что таких азойных периодов в геологические эры не было, ибо минералогические и геохимические явления изучаются с точностью, достаточной для этого вывода].

68. Поэтому с геологической точки зрения у нас нет никаких оснований ставить этот вопрос. Можно было бы, однако, думать, что его надо поставить на разрешение с *биологической* точки зрения. Здесь мы имеем явно эволюционный процесс в истории организмов, являющийся процессом развития, а не круговорота, если мы примем во внимание не все живое вещество, а отдельные виды и роды организмов. Для организмов в целом, в живом веществе, охваченном во всем его сложном складе, мы не замечаем, как увидим ниже, эволюционного процесса в геологическом времени.

Обращаясь к видам и родам организмов, мы наблюдаем в палеонтологии эволюционный процесс, идущий в одном направлении.

Но, к сожалению, палеонтологические данные не дают нам никаких указаний на начало процесса. По-видимому, древнейшие отложения так метаморфизованы, что остатков организмов не осталось. Там, где они сохранились, в докембрийских пластах, мы уже видим сложный расцвет жизни, указывающий, что мы, может быть, здесь дальше от начала жизни, чем от теперешнего времени.

Путем палеонтологических наблюдений мы не можем, таким образом, подойти к выяснению условий начала жизни.

Были попытки к тому же вопросу подойти другим путем, исходя из соображений, связанных с морфологическими особенностями организмов. Так, некоторые биологи, например Рейнке³⁴, указывают на те затруднения, которые получаются при предположении вечности жизни, для некоторых вопросов, связанных с филогенезисом или селекцией. Однако едва ли следует придавать особое значение возражениям этого рода. «Затруднения» в науке не являются препятствием к изменению воззрений, тем более что они всегда связаны не с данными явлениями, например филогенезиса и селекции по существу, а с определенным господствующим в данный исторический момент их пониманием. Если бы научно было доказано, что в геологических условиях Земли не могла из мертвого зародиться жизнь, пришлось бы известным образом изменить наши представления о тех или иных биологических явлениях, и только. Это сделать тем более легко, что сейчас в области биологических наук мы имеем, именно в тех их частях, которые касаются общих вопросов биологии, чрезвычайное проникновение их чуждыми науке философскими построениями³⁵. Эти части биологии могут быть самым простым образом изменены без того, чтобы от этого потерпел ущерб хотя бы один мелкий факт, научно установленный. Как раз в приводимых Рейнке примерах имеем мы те области биологии, в объяснениях явлений которых имеют очень большое значение воззрения, вошедшие в науку, подобно космогоническим гипотезам, извне. Такие выводы должны приниматься нами с осторожностью.

69. Лучше всего можно выяснить право на существование гипотезы об *извечности живого вещества на Земле в геологическое время*, если попытаться оценить противоположные гипотезы представления о том, что жизнь в геологическое время имела свое начало, что среди мертвой материи каким-то путем зародилось или зарождается живое вещество (организм).

При таком рассмотрении прежде всего мы сталкиваемся с основным фактом наблюдения, который стал считаться чрезвычайно вероятным, а иногда и несомненным со второй половины XIX столетия, после работ Пастера. Считают, что живой организм всегда начинается из живого же организма, что нет самопроизвольного зарождения жизни. Нельзя забывать, что это научное представление новое и что не только недавно учебные-биологи мыслили совершенно иначе, но что и сейчас не прерывается научная работа над опытной проверкой этого положения, причем существуют и работают отдельные исследователи, которые считают это общепринятое положение ложным, допускают самопроизвольное зарождение живого в мертвой среде.

Оставляя пока их в стороне, мы должны признать, что сейчас господствует воззрение, что живое происходит только от живого – *omne vivo e vivo*, *omne vivum ex ovo* – все живое от яйца, от зародыша. В последнее время мы замечаем дальнейшее логическое развитие этого принципа непрерывности жизни, но, хотя оно охватывает широкие круги биологов, его значение в истории научного мировоззрения более второстепенное, так как оно, по существу, вносит лишь вторичные черты в общее явление.

Omne vivum e vivo – эта аксиома вошла медленно и не сразу в научное сознание. Очевидно, в науке для высших растений и для высших животных она давно, издревле, была ясна, потому что она была ясна и в обыденной жизни и проникала в философию. Но для низших растений и животных, например для насекомых, раков, рыб, морских организмов, самопроизвольное зарождение

сохранялось в науке для тех или иных групп или классов вплоть до 1830-х годов³⁶. Но это самопроизвольное зарождение происходило или в живой среде, или в среде, связанной с жизнью. Оно противоречило принципу *omne vivum ex ovo*, но не принципу *omne vivum e vivo*.

Этот последний принцип был в ясной форме провозглашен в 1668 г. Ф. Реди (1626–1698) [XI], который вместе с тем связал его с теологическим познанием окружающего. Из него он вывел резкую границу между живым и мертвым (ф. 518, оп. 1, д. 49, л. 45–49).

Обобщение Реди проникло окончательно в науку лишь почти через столетие после великих опытов Спалланцани, лишь после блестящих открытий К.М. Бэра в начале XIX столетия и Пастера во второй его половине³⁷. С тех пор сторонники иных воззрений отошли в закоулки научной работы³⁸.

Сейчас мы считаем научной истиной, что в пределах наших наблюдений все организмы происходят из зародышей. Зародыши генетически связаны с другим таким же организмом. Как бы далеко в глубь времени мы ни продолжали этот процесс, мы уверены, что встретим то же самое явление. Предки каждого организма, ныне наблюдаемого, скрыты в туманной бесконечности времени и были живыми. Мы как бы имеем дело с одной, меняющейся по составу вещества, но не по жизненному процессу живой материей на всем протяжении научно доступного нашему изучению времени, т.е. всего геологического времени³⁹.

Еще позже – в 1870-х годах – исчезли бывшие до того времени обычными в науке представления о своеобразной форме самопроизвольного зарождения клеток многоклеточных организмов, главным образом животных. Только после работ Вирхова окончательно восторжествовала идея *omnis cellula e cellula*, за научное поколение до того высказанная Ремаком.

Таким образом, в конце концов, наблюдая возникновение организма, мы видим сейчас в окружающей нас природе не возникновение зародыша, а его развитие и никогда не наблюдаем зарождения живого организма, а следовательно, и живого вещества из мертвой материи.

Нельзя попутно не заметить, что в этих сжатых положениях – *omne vivum e vivo*, *omnis cellula e cellula*, *omne vivum ex ovo* – в действительности в скрытой форме заключается отрицание вопроса о начале жизни. В них содержится обобщение огромного векового эмпирического научного наблюдения, в котором нет никаких указаний на зарождение на Земле живого из мертвого.

70. Мне кажется, что эти эмпирические наблюдения подтверждаются соображениями иного характера. Научные данные логики и теории познания, с одной стороны, и наблюдения минералогии, с другой – позволяют нам утверждать, что в геологическое время зарождение живого организма из мертвой среды не могло иметь места.

Из этих данных мы при самом широком допущении должны заключить, что самопроизвольное зарождение, если оно было в геологически доступное изучению время, могло происходить только в пределах живой материи. Следовательно, решение этого вопроса в положительном смысле не снимает вопроса о возникновении жизни из мертвой среды.

Останавливаясь сперва на научно-логической стороне вопроса, необходимо подчеркнуть огромное значение с этой точки зрения того различия, какое

имеет появление зародыша организма по сравнению с дальнейшим его ростом и проявлением его развития, его жизнедеятельности.

Появление зародыша резко отличается по физическим условиям, его определяющим, от роста зародыша.

И это резкое отличие свойственно не только жизненному процессу. Оно имеет многочисленные физические аналогии и может быть рассматриваемо как проявление общих физических законов в явлениях жизни, охватывающих разнообразные физические процессы, имеющие общим одно – то, что они могут быть приведены к законам механических равновесий неоднородных средин. К числу таких явлений принадлежит, несомненно, и явление жизни.

Поэтому между явлениями жизни и между целым рядом разнообразных физических явлений мы видим – в некоторых чертах процесса – огромное сходство. Но это есть сходство не самих явлений, а тех общих законов их изменений, которые отражают лишь законы изменения формы. Это сходство формального логического характера, а не сходство реальное, не сходство по существу.

Бессознательно – по внешней аналогии – до выяснения законов равновесия систем сходство между многими относящимися сюда явлениями было давно подмечено натуралистами. Так, уже в течение всего XVIII и XIX вв. они связывали или сравнивали некоторые явления жизни с явлениями кристаллизации и роста кристаллов. Но эти сравнения шли обычно дальше того, что допустимо при сходстве проявляющихся в этих процессах законов, и потому или ни к чему не приводили, или заводили исследователей в дебри неудачных аналогий и выводов. Никаким выяснением явлений жизни и никакой помощью в научной работе они не являлись.

При современном взгляде на кристалл как на однородное твердое состояние материи, аналогичное жидкому и газообразному ее состояниям, мы должны очень критически и отрицательно относиться и аналогиям, обычно проводившимся между живым организмом и кристаллом. Но та аналогия, которой я сейчас считаю необходимым пользоваться, есть аналогия совершенно иного характера. В прежних представлениях кристалл и организм нередко сопоставлялись в частности, сравнивались как аналогичные произведения Природы. Еще до создания современной кристаллографии, в конце XVIII столетия, нередко кристаллы и организмы, например, считались составленными в отличие от остальной материи из особых молекул (*molecules organiques* Бюффона), создававших организм, «особь» – правильность, то резкое отличие от окружающей среды, какое мы видим в кристалле и в организме. В XIX столетии эти течения – в разной форме – нередко возрождались и в биологии и в кристаллографии, и отголоски их мы имеем до сих пор. Окончательный удар им был нанесен только ростом физической химии, когда кристалл как особь потерял значение и когда выступил на первое место кристалл как определенная форма строения однородного, химически чистого твердого вещества.

Но в этих старых исканиях и в попытках сравнения было здоровое зерно, верная мысль. И ее можно удержать и при том резком изменении взгляда на кристалл, какое произошло в конце XIX столетия. Эта здравая мысль заключается в том, что между законами кристаллизации и между некоторыми законами роста организмов и их зарождения есть формальное сходство, вы-

зываемое не общностью или сходством явлений, но общностью формы тех изменений, какие в этих явлениях наблюдаются.

Такого рода сходства наблюдаются в науке всегда, когда в разных явлениях есть механические стороны их проявления, которые могут быть подведены к одинаковым формам движения. Так, например, явления самого различного физического характера, выражаемые законами волнообразного движения, например многие явления света, звука, электричества, магнетизма, теплоты, маятника, жидкостей, газов, твердых тел и т.п., могут быть сведены к очень аналогичным формам законов, хотя между самими явлениями не будет ничего общего. Больше того, мы имеем возможность безбоязненно использовать для объяснения многого неизвестного то, что установлено для хорошо изученных явлений, сводимых к аналогичным формам законов. Еще недавно мы имели возможность наблюдать блестящий пример применения этого метода научного искания в области электричества, когда была установлена аналогия законов электричества с волнообразными законами света.

Но совершенно такое же сходство можно наблюдать и тогда, когда мы будем подводить их к аналогичным законам, связанным не с динамическими представлениями, а со статистическими, когда мы будем обращать внимание не на движение, происходящее в изучаемом явлении, и его законы, а на геометрически выраженные соотношения между частями данного явления, каково бы ни было это явление и каковы бы ни были эти части. *Таковы явления, сводимые к законам равновесий*, будут ли это явления сыпучих тел, химических реакций, перехода из одного физического состояния в другое и т.д.

Как раз подобного роста случай мы имеем в явлениях кристаллизации и зарождения и роста организмов. Те и другие сводятся к формам законов равновесия неоднородных механических систем, хотя между самими организмами и кристаллами еще менее общего, чем между светом и звуком, т.е. между колебанием эфира и дрожанием материальных частиц.

71. Явления кристаллизации, например из раствора или сплава, представляют частный случай появления в какой-нибудь неоднородной системе, стремящейся к равновесию, новых фаз, будут то фазы жидкие, газообразные или твердые. В том случае, когда выделяются твердые фазы, мы имеем явления *кристаллизации*, когда выделяются жидкие фазы, мы имеем дело с так называемым выделением жидких капель, когда мы имеем дело с газообразными фазами – с выделением *газовых пузырьков*. Мы не должны забывать, что кристаллы твердого тела, капли жидкости и газовые пузыри представляют родственные явления и что не будет ошибкой назвать кристаллический многогранник, получающийся при кристаллизации, каплей твердого тела. По существу все эти явления совершенно аналогичны, и законы их чрезвычайно близки. Наиболее изучены из них явления кристаллизации, так как они обращали на себя особое внимание вследствие разнообразия получаемых при кристаллизации форм выделения твердой материи и открываемых при их изучении закономерностей.

При кристаллизации мы должны резко отличать явления *зарождения* кристалла от его дальнейшего *роста* и *размножения*⁴⁰. Предметом изучения долгое время были эти последние явления, и только в недавнее время центры кристаллизации обратили на себя более серьезное внимание⁴¹.

Мы остановимся здесь только на явлениях зарождения кристалла, так как условия зарождения кристалла позволят выяснить нам общие физические основы, отвечающие форме законов, обуславливающих явления зарождения организма, т.е. жизни.

Мы будем пользоваться аналогией указанного типа между этими явлениями кристаллизации и некоторыми проявлениями жизни. Кристалл, появляющийся и изменяющийся во внешней среде, находящийся в теснейшей с ней связи, взятый вместе с внешней средой, представляет систему, стремящуюся к равновесию.

Такую же систему, стремящуюся к такой же форме равновесия, представляет организм, появляющийся и изменяющийся во внешней среде и находящийся в теснейшей с ней связи, если мы возьмем этот организм одновременно с его внешней средой.

Беря общие законы появления кристаллов или организмов в их внешних средах, мы можем изучать общие формы законов, связанных с таким их положением в системах, не обращая внимания на простой по составу, физической структуре и разнородности кристалл и на чрезвычайно сложный по всем этим категориям организм.

Явления пересыщенности растворов, переохлажденности и перегретости жидкостей неуклонно показывают нам, что однородное твердое вещество не образуется, пока не появляется в этой среде *зародыш*, или *центр роста* кристалла⁴²⁻⁴⁶. Обычно такой зародыш появляется *извне*, из окружающей среды, часто из атмосферы, совершенно аналогично тому, что наблюдается и при зарождении жизни в какой-нибудь уединенной, лишенной жизни среде. Появляется из воздуха уже готовый твердый кристалл, кристаллическая пылинка того же самого или изоморфного данному веществу кристаллического строения. Несомненно, воздух так же переполнен бесчисленным множеством твердых частиц самого разнообразного кристаллического строения, как и переполнен он самыми различными зародышами микроорганизмов. Он даже, как это логически ясно, переполнен больше ими, и процесс зарождения должен идти быстрее и скорее, чем аналогичный процесс заражения микробами, ибо строение кристаллов проще и их в природе больше, чем микроорганизмов.

Изучение кристаллизации пересыщенных растворов дает нам совершенно ту же картину, какую мы наблюдаем в процессах гниения или брожения. Мы можем обычно сохранять жидкости в пересыщенном состоянии – без центров кристаллизации – года, раз только мы их изолируем, например, слеем воды или формой сосуда, позволяющей воздуху до проникновения его в кристаллизирующуюся жидкость осадить несомую им пыль от соприкосновения с богатым зародышами воздухом. И эта кристаллизация начинается мгновенно, как только связь с воздухом будет восстановлена. Очень многие опыты Спалланцани и Пастера над явлениями гниения или брожения могут быть целиком воспроизведены – и были воспроизведены – над кристаллизацией, например, салолы или серноокислого натрия.

Судя по характеру заражения зародышами кристаллов, мы должны допустить их большее распространение, чем это наблюдается для зародышей организмов и для микробов. По-видимому, вся материя земной поверхности охвачена этими тончайшими и мельчайшими по величине частицами разнородных по химическому составу твердых тел, которые при благоприятных

условиях могут увеличиваться в размерах, расти согласно известным нам законам системы равновесия, т.е. при благоприятных условиях являться центрами кристаллизации. Мы сталкиваемся здесь с тем явлением рассеяния вещества, с которым под именем микроскопических смесей мы встретимся ниже, при изучении распространения химических элементов в земной коре. Каждый самый чистый сосуд, каждая поверхность могут заключать эти зародыши. Мы не имеем для избавления от них даже тех средств, какие находятся в нашем распоряжении по отношению к зародышам организмов и микробов. Для некоторых веществ ни высокая температура, ни кислоты, ни щелочи, сколь бы продолжительно ни было их действие, не уничтожают их индивидуальности. Тем более что центром кристаллизации может явиться вещество химического состава, не тождественного с данным, но с ним изоморфное, т.е. принадлежащее к тому же самому кристаллическому классу близкой кристаллической сетки.

Совершенно то же должно быть допущено и в области, еще более, на наш взгляд, отдаленной от организмов, для выделения жидкостей в форме капель, например для образования так называемого тумана жидкостей, для плавления перегретого твердого тела или для появления пенистой структуры из газа и жидкости.

72. Но в этой области явление менее изучено и менее ясно. Возвращаясь к явлениям кристаллизации, необходимо отметить, что бывают случаи, когда мы не умеем кристаллизовать тело из раствора или жидкого состояния, т.е. вызвать появление в данной системе кристаллизации ее центров. Приходится допустить, что в окружающей среде нет или чрезвычайно мало соответствующих этим центрам зародышей. Мы имеем несколько случаев, очень ярко обнаруживающих это явление. Обычный глицерин может служить прекрасным примером. Глицерин издавна считался всегда жидким и не мог быть приведен в кристаллическое состояние. Совершенно неожиданно несколько десятков лет назад в одном из складов глицерин выкристаллизовался; полученные кристаллы твердого глицерина оказались центрами кристаллизации для всякого глицерина: достаточно коснуться таким кристаллом глицерина, для того чтобы началась его кристаллизация. Точкой плавления оказалась температура +13 °С, а обычно мы имеем дело с переохлажденным глицерином. Можно объяснить это явление так, что зародыши, способные явиться центром кристаллизации для глицерина, отсутствуют в окружающей среде; случайно в одном месте оказался такой зародыш, произошла кристаллизация, мы получили на Земле твердый глицерин. Теперь мы получили возможность, внося пылинку твердого глицерина в жидкий, вызывать его кристаллизацию в любом месте, в любое время и в любом количестве. Это явление получило техническое применение для перевозки твердого глицерина, а не жидкого. Очень возможно, что то же самое явление можно наблюдать и для других веществ, которые не удается получить в ясных кристаллах, например белка. Возможно, что для них мы не имеем пока еще возможности получить зародыши из кристаллизации, центры кристаллизации, как долго не могли мы этого сделать для глицерина.

73. Итак, исходя из указанной формальной аналогии, возможно воспользоваться изученным в явлениях кристаллизации для выяснения условий зарождения жизни.

Для этого проведем аналогию дальше. Попробуем выяснить в этом более простом случае – кристаллизации, каковы будут общие формы законностей, если для кристаллизации возможно самопроизвольное зарождение, если центром кристаллизации будет не готовый кристалл-зародыш, а что-то другое. Выяснив общие условия этого явления с точки зрения условий равновесия системы, перенесем эти условия на явления жизни.

Мы можем быть уверены, что в общей форме, нами изучаемой, они будут наблюдаться и в этом последнем случае, раз только самопроизвольное зарождение будет иметь место, так как форма явления зависит от общих для обоих явлений формы законов равновесия.

Для нашей цели достаточно обратить внимание на два вопроса.

Возможно ли появление центра кристаллизации в системе, если в ней отсутствует извне принесенный, уже готовый кристалл? И во-вторых, каковы будут при этом общие физические условия, могущие дать такую возможность?

74. По-видимому, можно утверждать с несомненностью, что центры кристаллизации могут появляться в некоторых случаях и помимо зародыша готового кристалла. Мы не можем утверждать, что это бывает всегда – при определенных условиях – для всякого вещества, как мы можем это делать для жидкого и газообразного состояний выше и ниже их критической температуры. Критическое состояние твердых средин является темной, мало разработанной областью, и путь аналогии нам здесь не дает ничего⁴⁷. Но мы можем утверждать, что для многих веществ и для многих случаев центры кристаллизации появляются вне зависимости от ранее образовавшегося тела того же состава и того же строения, вне зародыша кристалла.

Таких явлений есть несколько, из которых достаточно привести два: одно – кристаллизацию в виде снега, сублимацией из газообразного состояния, другое – кристаллизацию во время химического процесса.

Первое явление тесно связано с открытым Вильсоном⁴⁸ появлением тумана при ионизации воздуха. При ионизации в той системе, какую представляет воздух или иная смесь газов и паров, в зависимости от температуры выделяются капли жидкости или кристаллы твердого тела. Центрами их выделения являются отрицательные *ионы* воздуха – те газовые центры, которые создаются в газовой среде в связи с явлениями электричества и радиоактивного распада и которые, несомненно, являются в ней центрами энергии. Мы вынуждены допустить – по всему, что мы о них знаем, – что ионы представляют такие места в газовой среде, в которых сконцентрированы или из которых исходят большие количества действенной энергии. В обычных представлениях о действии ионов принимают, что они меняют поверхности натяжения окружающих тел. Очевидно, здесь речь идет о другой функции ионов – они выступают в качестве источника энергии⁴⁹.

Центром кристаллизации здесь является не готовый кристалл, где-то, помимо данной системы, образовавшийся, а созданный извне ион, являющийся в самой системе центром концентрированной энергии. Вокруг него внутри системы идет создание новой фазы вещества, раз внешние термодинамические условия это позволяют. Ионизация системы связана с внесением в нее внешней энергии, концентрирующейся в определенных отдельных точках.

Другим случаем самопроизвольного зарождения кристаллов – выделение твердой фазы в той системе, где ее не было, – является кристаллизация во

время химической реакции, в момент образования твердого соединения, *in statu nascenti*⁵⁰. Все эти реакции связаны всегда с тепловыми эффектами, вносимыми в систему, и, подобно тому как мы это видели для ионов, здесь самопроизвольное зарождение кристалла происходит в таких точках системы, в которых происходит концентрация этой энергии. Несомненно, случай кристаллизации при химических процессах, при образовании из своих составных частей кристаллизующегося тела, представляет случай более сложных равновесий, чем обычная кристаллизация из растворов или расплавленной массы, но в той части, которая нас интересует, явление от этого не меняется и форма его законов остается неизменной.

Есть и другие случаи самопроизвольного зарождения кристаллов, еще менее изученные. Нет надобности на них останавливаться, важно отметить, что и они связаны с местами концентрации новой энергии, входящей в систему равновесия, какую представляет собой кристаллизация.

75. Можно попытаться вывести необходимость исключительной концентрации энергии в местах появления зародыша из свойств системы равновесия.

Такая система, предоставленная действию своих сил, приходит в равновесие, если какая-нибудь внешняя сила на нее не подействует. Внутренняя ее свободная энергия постепенно растрачивается, и когда она придет в равновесие, то вся эта энергия уже будет истрачена, станет равной нулю. Никаким образом система сама не может вызвать появление такого центра ее изменения, который вызвал бы в ней новое изменение, идущее в другом направлении, чем достижение начавшего складываться равновесия. Совершенно ясно, что появление новой фазы вещества, например твердого кристалла, требует вхождения в систему нового, в ней не бывшего количества активной энергии. Эта энергия будет всегда внешней, все равно, будет ли она принесена для центра кристаллизации падением пылинки-зародыша, готовой твердой фазы – его зарождением во время химического процесса, или появлением иона, содержащего и излучающего энергию. Под влиянием роста кристаллизации зародышей в системе начинаются новые перераспределения ее частей, происходят новые движения. Мы имеем здесь аналогию с более простым случаем равновесия, например водой в сосуде. Если температура в воде во всех ее точках одна и та же, вода находится в покое. Если мы станем нагревать одну точку в сосуде, то начинается движение воды, связанное с постоянным притоком новой внешней энергии в данную систему из нагреваемой точки. Такой же приток внешней энергии мы имеем в появлении иона или зародыша в пересыщенном растворе, в котором идет кристаллизация.

Когда такой ион или зародыш появляется в данной системе, он или дает начало кристаллизации, появлению в системе новой фазы вещества, или исчезает, растворяется, и погашается сопротивлением системы, стремящейся сохранить неизменным ход процесса, протекавшего до появления этих центров изменения.

Это сопротивление, зависящее от потенциальной энергии системы, выражается тем *трением*, которое необходимо преодолеть для того, чтобы нарушить ход процесса и ввести в него новые изменения. Величина этого трения различна, но в общем она огромна, особенно если мы представим себе ничтожные размеры того зародыша, который появляется в этой системе.

Представляемая им энергия должна быть больше этого трения, больше потенциальной энергии системы – иначе он будет поглощен системой, войдет в ту или иную ее фазу.

Количество энергии, которое сосредоточивается в какой-нибудь точке системы для того, чтобы было преодолено это внутреннее трение, должно быть огромно. Мы не имеем таких вычислений для центров кристаллизации, но имеем для более простого случая – появления газовых пузырей при кипении. Появление газового пузыря в нагреваемой жидкости возможно только тогда, когда пузырь преодолеет сопротивление того столба жидкости, который над ним находится, и, как мы знаем, пузыри появляются только в особых местах сосуда, и возможность их появления тем больше, чем выше температура нагревания, больше упругость их пара.

Но то же самое явление мы имеем и для центров кристаллизации, только здесь, вероятно, благодаря большей сложности явления требуется еще большая концентрация энергии.

76. Какие бы предположения мы ни строили для самопроизвольного зарождения живого из мертвого, оно неизменно должно отвечать этим основным свойствам систем равновесия, общим для всех геохимических процессов на земной поверхности. Они должны отвечать им даже тогда, когда мы примем это зарождение в форме эволюционного процесса; здесь, согласно тем же законам, будут образовываться первые стадии гипотетических предков организмов, туманных созданий человеческой фантазии, подчиненных, однако, законам механики. Системы равновесия для генезиса жизни будут более сложны, чем равновесия кристаллизации. Зародыши ее – тоже. Надо думать, что необходимая для их появления концентрация энергии в этих системах должна быть значительно больше той энергии, которая наблюдается при зарождении кристалла, т.е. больше энергии ионов или всех химических тел, известных нам в кристаллическом состоянии.

Если, однако, мы можем представить себе в той или иной форме возможность нахождения на земной поверхности таких концентраций энергии, мы встречаемся еще с другим условием, которое наблюдается во всех случаях самопроизвольного зарождения кристаллов. Одновременно с концентрацией в одной точке больших запасов энергии должны быть в той же среде условия, благоприятные образованию тех веществ, которые строят кристалл.

Эта одновременность, несомненно, отсутствует для живого вещества на всем протяжении геологической истории. Ибо нет на Земле случаев создания химических веществ строящих организм, помимо организмов, и нет нужных для этого условий.

Чрезвычайно характерно, что мы не знаем ни одного химического процесса на земной поверхности, где бы эти вещества создавались вне зависимости от биохимических процессов и вообще вне связи с живым веществом в том его понимании, какое дано в этом сочинении. Можно убедиться, что мы их не видим сейчас, и нет их следов в прошлые геологические эпохи.

Сейчас минералогия земной коры изучена достаточно точно, и мы можем утверждать, что вне живой материи нет никакой возможности допустить существование на нашей планете условий образования большинства таких веществ, которые входят в состав организма, – белков, жиров, углеводов и т.п.

Мне кажется, это постоянно забывают при обсуждении вопроса о генези-

се жизни. Не считаются с нашими современными знаниями о генезисе минералов и об условиях хода химических процессов в земной коре. Крупнейшие биологи считают возможным делать в этой области гипотезы, очевидно не связанные с фактами, ибо делают свои гипотезы свободно, забывая, что имеют дело не с *tabula rasa*. Только при таких противоречащих фактам геологии и минералогии допущениях возможны гипотезы Негели⁵¹ о происхождении организмов из мертвой материи через гипотетические, более простые, чем организмы, тела – пробии. Точно так же не отвечают фактам и более новые воззрения не о зарождении живого из мертвого, а об эволюционном процессе мертвого в живое⁵². Эти воззрения Мельдола, Шефера и некоторых других напоминают старинные представления натурфилософов о телах, промежуточных между живым и мертвым – не живых и не мертвых. Читая эти новейшие искания, невольно сравниваешь их с их старыми аналогами, столь же, как они, далекими от действительности. В философских концепциях мы находим такие искания как в XVIII столетии⁵³, так и в XIX в.⁵⁴ Но они имеют исключительно спекулятивный характер: никогда и нигде в окружающей нас природе мы не находим таких тел, равным образом мы не находим их следов и условий существования в прошлом или потому, что эти все вещества бесследно исчезли, образовавшись в один какой-нибудь период земной истории⁵⁵, как думают одни, или же потому, как думают другие, что, образуясь постоянно, они немедленно же переходят в обычное живое вещество и, таким образом, для нас неуловимы⁵⁶. В обоих случаях приходится для этих гипотез допускать существование явлений, следы нахождения которых неуловимы для научного исследования, т.е. явлений, которые согласно научной логике, должны быть в научной работе оставлены без внимания.

Необходимость таких предположений служит прекрасной иллюстрацией того факта, что в области и современных, и древних геохимических и минералогических процессов нет ни одного, который указывал бы на возможность небиеогеохимического в широком понимании этого слова образования нужных для живого вещества соединений углерода, азота, водорода, кислорода. Мы увидим, что их соединения, образуемые неорганическим путем, иные и не дают возможности создания нужных для организмов тел при термодинамических условиях, существовавших для биосферы в течение всех геологических эпох.

77. Несомненно, с тем же самым связано и то, что все известные опыты и все предположения современных искателей самопроизвольного зарождения имеют дело не с неорганической средой, а, так или иначе, с продуктами изменения организма, содержащими вещества, генетически связанные с былыми организмами, т.е., по существу, они имеют дело не с зарождением живого вещества, а с оживлением замерших частей живого вещества, с созданием зародышей в живом веществе. Поэтому даже если бы и было когда-нибудь доказано, что создание зародыша организма этим путем возможно, но это может произойти только в среде, связанной с ранее бывшим живым веществом.

То же самое необходимо сказать, очевидно, и о тех случаях, когда к созданию веществ, входящих в состав организма, подходит человек работой своего разума. Очевидно, с точки зрения природного процесса мы имеем и здесь дело только с проявлением свойств одной из форм живой материи. В отсутс-

твие живого вещества эти соединения на Земле этим путем образоваться не могли бы.

Очевидно, если зарождение жизни будет признаваться в той или иной связи с живым веществом, с остатками или выделениями организмов, мы не получим никакого решения вопроса о самопроизвольном зарождении. Вопрос о происхождении из мертвой материи тех организмов, которые дают эти необходимые для *generatio spontanea* остатки и выделения, останется во всей его силе и во всем значении нетронутым.

Оставляя в стороне всякие другие возражения против самопроизвольного зарождения⁵⁷⁻⁵⁸, достаточно одного отсутствия каких бы то ни было геологических данных в пользу зарождения живого из мертвого вещества, образования в мертвой, не связанной с живым веществом материи белков или других, связанных с ними геологически веществ для того, чтобы оставить без рассмотрения в дальнейшем изложении все представления этого рода.

Исходя из всех этих данных, мы должны признать, что *в пределах геологического времени жизнь должна считаться извечной и что в эти времена всегда на Земле существовало живое вещество*. Мы увидим, что и его количество, и его геохимическое значение были в общем в течение всего этого времени почти неизменными (ф. 518, оп. 1, д. 49, л. 40–67).

Таким образом, сводя все это вместе, мы видим, что: 1) *в земной коре нет ни одного малейшего намека на процессы зарождения живого из мертвых соединений, не связанных в своем генезисе с живой материей в масштабе, заметном в геохимических процессах*, 2) *нет ни одного случая геохимических реакций, при которых азот и углерод давали бы нам независимо от живого вещества сложным путем органические соединения, необходимые для создания живого организма*.

Поэтому, поскольку мы будем стоять на точной почве научного наблюдения, мы должны оставить в стороне все противоположные предположения, как не отвечающие научным данным догадки.

При современном состоянии научных знаний мы должны признать, что в данную геологическую эпоху в земной коре ни в какой форме не происходит зарождение живого из мертвого.

78. Необходимо остановиться, однако, на другой возможности. Некоторые биологи считают, что зарождение живого из мертвого происходило в земной коре в былые периоды истории нашей планеты и прекратилось в современный, в котором, как мы видим, и нет никаких признаков его существования.

Эта гипотеза теснейшим образом связана не с научными, а с космогоническими представлениями и требует чрезвычайно осторожного к себе отношения.

Нельзя отрицать, что сейчас эта гипотеза кажется огромному числу ученых совершенно обязательной, так как помимо ее почти невозможно объяснить появление на Земле живых существ. Но в ее основе лежат два предположения, которые заставляют нас самым решительным образом оставить ее без внимания в нашей работе, так как она или противоречит фактам, или, в лучшем случае, относится к области явлений, лежащих вне той, которая подлежит нашему изучению.

Высказывая эту гипотезу, ее приверженцы недостаточно критически отнеслись к понятию *геологического времени*. Они смешивают разные периоды

истории Земли, разные не только хронологически, но и по степени достоверности наших о них представлений. В связи с этим они исходят в своем рассуждении из предположений, что в истории Земли было время: 1) когда на нашей планете не было ничего живого и 2) когда условия земной коры были в ней резко иные в смысле, например, термодинамических параметров, чем те, которые мы в ней сейчас наблюдаем. Очевидно, изучая явление с геохимической точки зрения, я буду останавливаться только на этих явлениях, т.е. в данном случае буду говорить о тождественности или различии хода геохимических процессов в течение геологического времени.

Прежде чем идти дальше, мы должны определить область того, что мы называем *геологическим временем*. Мы будем называть геологическим временем или геологическими эпохами те эпохи, проявления и остатки которых мы можем изучать в геологии всеми теми приемами и методами, которыми располагает эта наука. Древнейшей эпохой будет для нас, при наших современных знаниях, эра архейская.

Несомненно, существовали периоды в истории Земли и более ранние, но они ничем не проявляются для нас в геологических процессах и геологических явлениях. Мы будем называть эти догеологические периоды истории Земли *космическими периодами* ее истории, так как все наши представления о Земле этого времени основаны не на научных, а на космогонических достижениях, достоверность которых совершенно несравнима с научными данными. Поэтому мы всегда должны различать, говорим ли мы о геохимических процессах в течение геологических или космических периодов земной истории, и помнить разную достоверность наших о них представлений.

Обращаясь к данным геологии, мы должны признать, что *жизнь существовала во все геологические периоды*. Она не зародилась в них, но уже являлась в них в полном развитии.

Самые древние остатки организмов наблюдаются в альгонгкскую эру. Уже в это время мы видим их в таком развитии, которое указывает нам на долгие периоды геологической истории, в течение которых происходила эволюция видов, хотя до нас вследствие процессов метаморфизма не сохранились органические остатки. Относительно хорошо изученный органический мир кембрия неизбежно предполагает долгие геологические периоды эволюции. Он не только богат формами, но, как увидим, представляет ту же неизменную структуру живого вещества, какую мы наблюдаем сейчас. Очевидно, за ее эти геологические периоды столь же мало можно допускать зарождение живых форм организмов из мертвой материи, как и в современную эпоху.

Явления метаморфизма сгладили органические остатки более древних слоев. Мир организмов альгонгкской эпохи представляет ничтожные остатки былого, однако анализ и этих остатков приводит к тому же заключению, что ему предшествовали долгие периоды широкого расцвета и развития органической жизни.

Наконец, в еще более глубоких слоях, в самых древних отложениях архейской системы, которая по всему, что мы знаем, по количеству времени превышает все другие геологические системы, вместе взятые, и представляет, вероятно не одну геологическую систему, а целую совокупность геологических систем, мы уже не видим морфологически различимых остатков организмов, но наблюдаем лишь продукты их несомненного присутствия, вроде

углистых веществ в когда-то, несомненно, осадочных и обломочных породах, генетическая связь которых с былыми организмами не может возбуждать никаких сомнений.

Таким образом, присутствие жизни в самых древних доступных изучению геологии земных слоях является несомненным. И очевидно, никаких научных оснований искать решение вопроса о генезисе живого, о его происхождении непосредственно из мертвой материи здесь не имеется.

Но мы имеем к тому же и другие указания, еще более укрепляющие этот вывод научного наблюдения. Блестящие работы финских геологов, наиболее глубоко проникших в строение архейских слоев, указали нам, что мы видим в них проявления динамических геологических процессов, которые указывают нам на то, что физико-географические условия земной коры и в это безбрежно отдаленное от нас время были чрезвычайно близки, вероятно, тождественны с современными. Тесная зависимость физико-географических условий образования горных пород в биосфере в настоящее время и в более новых геологических породах, где это легче точно констатировать, заставляет нас считать, что тождественность этих условий в архейской системе указывает на неменьшее присутствие и в ней живого вещества. На то же самое указывают и другие явления, правда не доходящие до архейских слоев. Работы Вант-Гоффа, посвященные соляным залежам, показывают, что для всех периодов геологической истории температура образования залежей была приблизительно одинакова, т.е. неизменна она была с кембрия. Распространение кораллов – с девона – приводит к тому же выводу. Постоянство температуры на земной поверхности указывает на неизменность за это время солнечного лучеиспускания.

К этим доказательствам можно прибавить еще выводы геохимического характера. Изучение минеральных процессов земной коры показывает нам их неизменность в течение геологического времени. Никаких следов эволюций в этих процессах мы не наблюдаем в течение всех эпох геологической истории, начиная с древнейших архейских отложений вплоть до современных мы видим всюду образование одних и тех же минералов и одних и тех же горных пород, причем мы не можем заметить не только качественных, но и количественных различий. Конечно, есть колебания в разных местах и в разные времена, но эти колебания или местные, или периодические, несколько раз повторяющиеся в течение геологических периодов, например скопления ледяных масс во время ледниковых периодов. Нет ни одного минерала, характерного только для одного определенного геологического периода, ни одной такой горной породы, кроме разве тех, в которых морфологически проявляются свойства, участвующие в ее генезисе живой материи (вроде мела меловой системы). Любопытно, что в истории большинства периодически уменьшающихся или увеличивающихся в количестве минералов, например гипса, солей, углей, кальцитов (известняков) и т.п., мы сталкиваемся в процессе их образования с ролью живого вещества. Все это указывает нам на неизменность условий *химических процессов* земной коры в течение всей геологической ее истории.

Изучение этих геохимических процессов позволяет идти дальше. Как мы увидим ниже, история всех химических элементов, которые изучены, указывает нам на самое энергичное участие живого вещества в их геохимических

процессах. Те или иные минералы, в том или ином количестве, с теми или иными свойствами получаются в биосфере исключительно благодаря участию живого вещества, которое не только связано с привнесением тех или иных химических элементов в эти минералы, но и является источником энергии, необходимой для их образования. Это несомненно для С, О, Н, N, P, S, Cl, Br, I, Fe, Ca, Mg, Na, K, Rb, Cu, F, Mn, Al, Zn, B, чрезвычайно вероятно для Ag, Sr, Ba, Li, V, Se, Rb, Ni, Co, Sn и вероятно для Ta, Te, Cd, Th, Ti, Y, Nb. Как мы увидим ниже, только недостаточность научной работы в этой области заставляет нас быть более осторожными в выводах. По мере изучения становится ясным, что в истории всех химических элементов живое вещество является тем фактором, участие которого необходимо и неизбежно для получения тех их природных соединений и их естественных ассоциаций, которые образуются сейчас в земной коре и которые мы видим неизменно во все геологические эпохи их прошлой истории. Даже если мы обратимся только к тем химическим элементам, для которых это вполне доказано, мы получим, что это доказано для 99/100 по весу земной коры, т.е., несомненно, для всех без исключения наиболее распространенных элементов. Отсюда следует, что живое вещество и на основании этого рода наблюдений должно было существовать с той же силой проявления, т.е. с тем же количеством входящего в него вещества и связанной с ним энергией в течение всех геологических периодов.

Таким образом, все точные данные научного наблюдения, данные палеонтологии, петрографии, минералогии и геохимии, неизменно приводят нас к одному и тому же выводу о неизменности физико-географических и химических условий земной коры в течение всего геологического времени и о нахождении в ней в течение всего этого времени живого вещества в развитии, аналогичном современному.

Едва ли можно в связи с этим допускать в эти эпохи земной истории проявления в ней гипотетичного генезиса живого из мертвого, и едва ли можно сомневаться в правильности нашего вывода, что *никакого зарождения живого из мертвой материи не происходило не только в течение современной эпохи, но и на протяжении всей геологической истории Земли.*

Этот вывод является результатом новых работ, но отвечает и прошлому геологии, которое было забыто поколениями геологов. В первой половине XVIII в. впервые начало проникать в геологию представление о существовании морских отложений, отвечающих морю, лишенному жизни или ею бедному. Эти идеи высказывал Де Малье, к которому ученые-специалисты современники относились с большим предубеждением. Оно отвечало и космогонии Бюффона. Но это воззрение сперва не встречало широкой распространенности среди ученых-наблюдателей. Область точного геологического знания была слишком мало изучена для того, чтобы можно было научно подходить к этим вопросам. Ответ на вопрос о происхождении жизни на Земле искали в готовых выводах из космогоний.

Исходя из космогонических, отчасти религиозных воззрений, в геологии считалось как бы непреложной истиной, что жизнь на Земле имела начало, что его имели и сами геологические процессы – в гранитах искали остатки первичной земной коры. И как раз в это время шотландский геолог-мыслитель Геттон в самом конце XVIII в. провозгласил другой принцип. «В экономике Мира, – говорит он, – я не могу найти никаких следов начала, никаких

указаний на конец». Особенности пород он правильно объяснил метаморфизмом первичных отложений, изменением их, уничтожившим следы первоначального сложения в течение миллиардов лет. Идеи Геттона и его ученика и толкователя Плейфера имели более широкое распространение, чем это выражено в литературе. Считались с библейскими сказаниями, но считались с ними формально – в научной работе шли другим путем. Это ярко сказывается, например, в выражениях, какими Кювье определял свое отношение к началу жизни на Земле: «Но еще более удивительно и что тем не менее несомненно (*«mais ce qui étonne davantage encore et ce qui n'est pas moins certain»*), что жизнь не всегда существовала на Земле и что наблюдатель легко определит точку, где она начала отлагать свои продукты». Лишь после Кювье идеи о начале жизни в геологической истории более прочно вошли в науку. Лишь подчиняясь силе неопровержимых, как ему казалось, фактов, он создал теорию катастроф, сменяющих исчезающие формы старой жизни новыми зарождениями в начале каждого нового геологического периода. Кювье высказывался чрезвычайно осторожно по отношению к этим зарождениям, он выдвинул теорию миграций из мест, остававшихся не тронутыми катастрофами. Лишь его последователи, особенно д'Орбиньи и Агассис, развили дальше идеи Кювье, и Д'Орбиньи (1849) уже указывал не только на сменяющиеся катастрофы, но и на сменяющиеся творения, имеющие всеобъемлющий характер. Они придали этим идеям более догматическую форму, господствовавшую в первой половине XIX столетия. Но созданная ими теория катастроф отошла в область пережитого под влиянием идей трансформизма и более тщательного изучения явлений метаморфизма.

Сообщение Геттона осталось непоколебленным, и мы к нему возвращаемся. В геологических процессах мы не видим никаких следов начала жизни.

Последним убежищем для этой гипотезы являются те периоды истории Земли, которые я назвал космическими.

Вполне признавая, что живое не образуется из мертвого в земной коре в настоящее время и что на Земле нет сейчас условий для образования углеродисто-азотных соединений, необходимых для живого вещества, ряд исследователей, например Прейер, в последнее время Маккэнзи (?), предполагают, что такие зарождения живого вещества и такие условия были в прошлых периодах земной коры.

При таком предположении вопрос о произвольном самозарождении переносится на совершенно другую плоскость. Вместо постоянно идущего процесса образования живого из мертвого мы имеем здесь дело с единичным событием первого зарождения живого из мертвого; причем дальнейшее развитие живого подчинялось принципу, открытому Реди.

Мы находимся здесь в области возможностей, но не научных выводов. Путеводной нитью являются достижения космогонии. Но космогоний всегда можно представить себе много. Они с одинаковым успехом будут объяснять те немногие научные факты, которые из них выходят. В этом отношении системы космогоний вполне аналогичны системам философии. Подобно им, только отчасти, и притом в небольшой части, могут быть проверяемы научным опытом и наблюдением, ибо главное их содержание и вся картина, ими построяемая, навсегда недоступны научной проверке. Рисуя картины былого мироздания, или в частности нашей планеты, они опираются на немногие от-

ражения этого былого, которые мы можем наблюдать в областях, охваченных научным опытом или наблюдением.

Так, например, для Земли эти охваченные космогонией и ею объясняемые положения почти исключительно сводятся к ее астрономическим элементам, притом в очень обобщенной форме. Все попытки проникнуть глубже оказывались всегда очень малонадежными или совершенно исчезали при дальнейшем более тщательном изучении. Сейчас, помимо астрономических элементов, при изучении Земли только в двух-трех областях прибегают к космогоническим выводам, например при объяснении большего удельного веса всей Земли по сравнению с удельным весом земной коры и внутренней теплоты Земли, но оба эти явления могут иметь и другое объяснение, которое не связано с космогоническими построениями.

По своему характеру сейчас космогония вопреки ее страстным сторонникам отнюдь не может по достоверности своих достижений быть поставлена наряду с наукой. Космогония ближе к философии и представляет попытку реконструкции былого на основании основного и недостаточного научного знания современного состояния Мира, причем человек проникает в это былое одновременным применением методов науки (на первом месте математики) и философии. Несомненно, значение такой работы огромно, так как она позволяет проверять те причинные соотношения, которые принимаются для окружающего нас мироздания в научной работе, возбуждает новые научные вопросы, указывая на возможные соотношения между природными явлениями, вызывая и улучшая научное наблюдение, научный опыт и научные методы искания, в том числе математику и связанные с ней теоретические дисциплины – физику, механику, химию (ф. 518, оп. 1, д. 49, крымский текст, л. 62–66).

79. Однако невольно мысль человека переносится в более древние эпохи истории Земли, в эпохи, не подвергнутые нашим геологическим исследованиям, для него сейчас недоступные. Мы будем называть эти эпохи *космическими эпохами существования Земли*.

Была ли и для этих эпох жизнь извечной? Или Земля переживала в эти эпохи условия существования, несовместимые с жизнью, выходящие за пределы ее термодинамического поля существования?

Несомненно, мы выходим здесь из области тех точных научных данных, на которых мы до сих пор основывались, вступаем в область космогоний.

Однако, мне кажется, нам необходимо на них здесь остановиться, так как без этого мы не будем иметь возможность вполне оценить и охватить область, подлежащую нашему изучению, познать точность наших достижений.

Необходимо остановиться и потому, что в научной работе нельзя оставлять без внимания ни одного пути, который может дать нам надежду охватить научным исканием область явлений, ему пока недоступную.

Движение научной мысли и сила проникновения научной работы бесконечны, и недоступное сейчас для научного изучения будет ему доступным через короткое время.

Несомненно, будет время, когда станут доступными научному изучению и космические периоды земной истории. И это время наступит тем раньше, чем больше будет обращаться к этим явлениям научная мысль, не будет оставлять их без внимания.

Но помимо этого, не может считаться вполне доказанным и утверждение, что зарождение жизни возможно только в космические периоды истории Земли.

Правда, нет ни одного явления в минералогии и геохимии, которое указывало бы нам на возможность образования необходимых для создания организмов веществ не биохимическим путем.

Но, кладя в основу нашего утверждения факты наблюдения, мы должны считаться с возможностью их неполноты. Мы должны всегда помнить, что вывод, положенный нами в основу нашего суждения, может быть изменен неожиданными открытиями.

Мы знаем из истории наблюдательного естествознания, что нередко существующие явления в природе не были видны потому, что их не искали, изучали природные явления безотносительного к их существованию.

Несомненно, до сих пор никогда не приступали к изучению природных явлений с точки зрения существования или отсутствия этих тел. Минералогия и геохимия органогенных элементов – углерода, азота, кислорода, водорода, серы, фосфора и т.д. – слагались вне этого поля зрения. Мы можем сейчас только утверждать, что при таком исследовании природы мы не видим следов и возможностей образования необходимого для создания организма вещества вне их, вполне независимо от них идущими процессами.

Но для окончательного ответа этого мало. Надо убедиться, что этих фактов не найдется и тогда, когда мы будем их искать. Пока все-таки есть сомнения, и они должны быть проверены.

Это искание может идти плодотворно только тогда, когда мы будем иметь какие-нибудь путеводные нити или рабочие гипотезы.

С этой точки зрения научные космогонии с допущением зарождения жизни в космические периоды земной истории имеют большее значение в науке.

80. Обращаясь к этой гипотезе, мы видим, что, сойдя с прочной научной почвы, мы сразу попадаем в область, где одновременно могут существовать различные гипотезы зарождения жизни, и мы не знаем, на какой из них остановиться в нашем заключении. Нам необходимо принимать во внимание несколько возможностей.

Среди гипотез возникновения жизни в космические периоды истории Земли две их группы могут быть оставлены без рассмотрения, так как они по самой основе своей не оставляют места для научной проверки. Одна из этих групп допускает, что жизнь создана актом творения, волевым проявлением творца. Другая считает, что она появилась вследствие единойжды происшедшего случая, не повторяющегося и не повторяемого. Первая группа гипотез жива до сих пор, и не раз к ней обращались величайшие ученые, может быть считавшие безнадежным и в данный период развития науки всякие научные разрешения этого вопроса и разрубавшие гордиев узел⁵⁹.

Другая группа гипотез получила очень яркую форму, не противоречащую научной логике, когда она оказалась связанной со статистическими представлениями о Природе и ее законах⁶⁰. Но гипотеза «Случая» не может быть связана с каким бы то ни было процессом, ибо всякая связь появления жизни с какими бы то ни было другими явлениями уничтожает тот абсолютный Случай, который только и мыслим при таком представлении о Мире. Поэтому

при научной работе мы не можем и не должны обращаться к Случаю, пока мы можем находить причинные связи между изучаемыми явлениями.

Для нас гипотеза Случая является столь же стоящей в стороне от области научных исканий, как и гипотеза специального божественного акта творения.

За исключением этих гипотез, остаются *три* возможности: 1) жизнь содалась на Земле при космических стадиях ее истории в условиях, не повторявшихся в позднейшие геологические эпохи; 2) жизнь была на Земле и в космические эпохи ее былого, она извечна; 3) жизнь, извечная во Вселенной, явилась новой на Земле, ее зародыши приносились в нее извне постоянно, но укрепились на Земле лишь тогда, когда на Земле оказались благоприятные для этого возможности.

81. Воззрения первого рода теснейшим образом связаны с очень распространенными среди ученых представлениями об истории Земли как части Солнечной системы, создавшейся согласно теории типа теорий Канта или Лапласа. Предполагается, что Земля имела некогда очень высокую температуру и проходила через стадии, совершенно несхожие с современным или с геологическим изучаемым состоянием.

Одно время, когда эти воззрения казались научно установленными, необходимость такого рода воззрений о начале жизни представлялась в конце логически неизбежной.

Мы имеем при этом две возможности: 1) жизнь зародилась при условиях особых, прекратившихся в геологические периоды земной истории, и 2) жизнь в виде самопроизвольного зарождения создалась в догеологические периоды в условиях, близких к условиям геологических периодов, и совпадает с их началом.

Из этих двух предположений можно оставить в стороне второе, так как оно не дает нам никаких указаний на возможность существования на Земле новых процессов образования на Земле белков, углеводов, жиров и т.п., нужных организму, идущих помимо него. Поэтому по отношению к нему остаются в силе все те возражения, которые делаются нами по отношению к возможности самопроизвольного зарождения в геологические эпохи.

Совершенно иное представляет первое предположение. Оно может очень хорошо объяснить, отчего мы не видели следов зарождения жизни в геологические периоды. Вместе с тем оно допускает нахождение на земной поверхности в это время таких количеств и форм действенной энергии, которые совершенно достаточны для всякого рода мыслимых на Земле изменений, в том числе и для зарождения жизни.

Согласно этим предположениям, в эпохи, когда Земля обладала высокой температурой, имела горячую атмосферу, в эпоху интенсивной свободной энергии, произошел синтез тех углеродно-азотистых соединений, которые могли служить источником зарождения организмов. Эти условия не повторялись на Земле в позднейшие геологические эпохи, и потому дальнейшего зарождения организмов не происходило.

Идеи этого рода были выдвинуты, кажется, впервые Пфлюгером, который основывался на эндотермических условиях образования циановых соединений, которые действительно образуются при высоких температурах. Хотя связь циановых соединений с белковыми или другими необходимыми для

организма углеродно-азотистыми телами очень отдаленная, однако нельзя отрицать, что они действительно указывают на новые условия образования сложных углеродно-азотистых соединений, которые мы не должны упускать из виду при наших исканиях.

В позднейшее время в этом направлении было сделано несколько разнообразных гипотетических предположений. Допускали возможность синтеза белков при высоких температурах, считали возможным образование мочевины в присутствии аммиака, хлористого карбонита, углекислоты, а еще при понижении температуры до 100° – аминокислот. Этим теориям нельзя отказать в большом интересе и в значительной допустимости таких предположений. Но дальше идти мы пока не можем. Ибо следов нахождения этих тел мы в земных условиях до сих пор не встретили.

Но надо их искать. Ибо нельзя отметить, что в области углеродно-азотистых тел мы должны считаться с недостаточной разработанностью наших знаний в области минералогии и геохимии азота. Несомненно, и сейчас образуются на Земле циановые и аммиачные соединения при более высоких температурах – в метаморфической оболочке, в вулканических извержениях; есть указания и на образования карбонильных тел, а в последнее время указываются не связанные, по-видимому, с живой материей оксины, состоящие из углерода, азота и кислорода. Но до сих пор нет никаких указаний на их нахождение в формах и условиях, которые хотя бы отдаленным образом приближались к тем, при которых можно было бы – при самых смелых допущениях – предположить возможность в связи с ними возникновения (зарождения) зародыша живого организма из мертвой материи.

Самое большое, что они дают возможность заключить, это только то, что искания в этой области не вполне безнадежны и что в земной коре существовали, а может быть, и существуют условия, которые и в геологические эпохи допускали образование углеродно-азотистых тел, не связанных с живой материей.

От этих тел еще далеко до соединений, входящих в состав тела организмов, но вполне мыслимо, что в других догеологических эпохах синтез этих тел происходил в большем размере и в иных формах и приводил к тем гипотетическим синтезам мочевины или аминокислот, о которых я говорил выше.

Но сейчас для нас эти предположения являются бесплодными, так как никаких указаний на нахождение их в геологических явлениях мы не видим, кроме самого существования в геологических процессах живой материи, явление которой можно объяснять и иначе.

Нельзя не отметить, что для этих гипотез нет никакой необходимости исходить из теорий типа кантлапласовской; и планетозимальные теории позволяют предположить нахождение на земной поверхности термодинамических условий того же самого порядка.

К этому циклу идей подходят и предположения об образовании органических соединений, нужных организму, из неорганических путем длительной эволюции. Но мы стоим здесь в области научных догадок, лишенных пока каких бы то ни было научных фактов, указывающих на реальную возможность их образования⁶¹.

Поэтому мы должны в научной области оставить их без рассмотрения, хотя как раз эти идеи в последнее время, после речи физиолога Шефера в

1912 г. на съезде Британской ассоциации наук, обратили на себя внимание широких кругов образованного общества.

82. Значительно более отвечают нашему теперешнему научному миропониманию гипотезы, которые допускают, что жизнь зарождается не на Земле, а на Землю приносится *извне*, из космических пространств в готовом виде.

Появление первых зародышей жизни на Земле *извне*, конечно, может вполне объяснить отсутствие на ней самопроизвольного зарождения. Однако эта гипотеза совершенно не объясняет земной структуры, столь приспособленной для ее развития.

Эти идеи о космическом зарождении живой материи и о заражении ею Земли тесно связаны с представлениями о ее происхождении из метеоритов и о падении на Землю метеорита или космической пыли. По-видимому, они возникали не раз в связи с изучением этих явлений, хотя в литературе отражались относительно не часто. Указывают как на предшественника этих идей на Саль Гуйом де Монливо (Sales Guyom de Montlivault)⁶², который в 1821 г. высказал идею о происхождении семян жизни из Луны, откуда производили тогда и метеориты (ф. 518, оп. 1, д. 49, л. 67–68).

83. Однако нельзя отрицать, что дальнейшее углубление в изучение биохимии приведет нас к нахождению столь часто искавшегося различия между жизненным и мертвым веществом. Но, по-видимому, оно укажет нам на различия, связанные не с причиной жизни, а с ее следствиями.

К этому осторожному отношению приводит всякого вдумывающегося натуралиста изучение истории развития мысли в этой области. И прав Дюкло (1920), когда он указывает, что в 1860-х годах после победы органического синтеза никто не мог бы представить себе зарождение новых идей в этой области, в неожиданной форме возрождающих старые, только что как будто бы побежденные представления. Он призывает к осторожности и пишет: «...когда вдумываются в эти обстоятельства, возбуждается вопрос, окончательна ли достигнутая победа и различие, дважды исчезнувшее, не возобновится ли в какой-нибудь момент в новой форме, когда мы познаем факты до конца».

Эта вторая попытка нахождения резкого различия в свойствах материальной среды в живом веществе и в мертвой материи была неожиданно для всех выдвинута в 1860 г. Л. Пастером в связи с явлениями симметрии ее молекулярного строения, отличной от симметрии молекулярных группировок мертвой материи. Пастер опубликовал свои соображения поздно. Еще в 1848 г. он нашел основное явление, их оправдывающее, – разложение рацемического тела на два компонента и энантиоморфность формы этих компонентов, принадлежащих к одному и тому же кристаллическому классу. Несомненно, эти идеи бродили у Пастера уже тогда, но высказывать их он не решался. Указывают (Л. Дюкло), что Л. Пастер как верующий христианин не мог примириться с тем, что между мертвым и живым нет в основе вещества никакого различия. Очень вероятно, и почти наверное это так, мы здесь видим один из многочисленных примеров в истории науки случаев, когда только благодаря религиозному сознанию получается научное новое достижение. Мимо явления, перед которым остановилась научная мысль Пастера под влиянием его религиозных переживаний, другие проходили, ничего особого в нем не видя.

Пастер указал это различие в своеобразных свойствах вещества, создаваемого организмами, резко отличающими его от вещества мертвой природы. Только в живых организмах создаются на нашей планете такие соединения, молекулярные структуры которых лишены элементов сложной симметрии. Очень часто, к сожалению, говорят об этих явлениях как об отсутствии симметрии. В действительности среди энантиоморфных разностей рацемических компонентов вещества без элементов симметрии представляют редкий случай. В огромном числе случаев мы имеем здесь формы, которые обладают осями симметрии, но не имеют элементов зеркальной (сложной) симметрии. Изучая тела организмов, Пастер обратил внимание на два явления: 1) что такие энантиоморфные структуры, связанные с молекулярным строением, получаются разделенными только в телах, вырабатываемых организмами, и 2) что организмы обладают свойством давать неравенство двум энантиоморфным молекулярным изомерам, причем живое вещество в своей живой составной части оказывает преимущество левым изомерам. Ему сперва казалось, что даже при наших синтезах мы не можем обойтись для получения чисто левой разности без посредства организма в той или иной стадии процесса, без его участия в ней, прямого или косвенного. Это последнее условие оказалось неправильным в такой категорической форме – можно получить левые изомеры и при отсутствии в процессе их получения живой материи, но в общем это верно: в огромном большинстве случаев такое получение идет легче и быстрее при участии в нем живой материи. К тому же более тщательное изучение этих явлений показало нам, что такое преобладание антиподов одного знака не является исключительно свойственным левым антиподам. Оно свойственно или левым, или правым. Важно сохранение одного антипода – все равно какого – живой материей и свободное нахождение в нем другого. Так, в спарже находится лишь левый аспарагин, а в сахарном тростнике – только правый тростниковый сахар, в табаке – только левый никотин, а в костях – только правый глютеин.

Но больше того, с геохимической точки зрения все обобщение Пастера по существу кажется нам правильным, не имеющим исключения. Мы должны сравнивать вещество, вырабатываемое в организмах, не с продуктами наших лабораторий, а с продуктами земной лаборатории, происходящими вне влияния живого вещества. С геохимической точки зрения все продукты лаборатории – создания человеческого сознания, т.е. неизбежно связаны с живым существом. Без него их не будет на нашей планете.

Для нас сейчас стоит вопрос, возможно ли вообще образование на нашей планете молекулярных группировок, не обладающих элементами сложной симметрии помимо живого вещества, т.е. организмов, – все равно, будет ли это какая-нибудь *Vetula nana*, производящая такие соединения бессознательно, или *Homo sapiens*, ведущий процесс путем сознания.

И мы пока должны ответить на этот вопрос отрицательно, как это в другой форме делал Пастер.

Несомненно, что даже при этом условии чрезвычайно трудно обойтись в этом процессе без участия – в той или другой его стадии – непосредственного участия живого вещества, будет ли это культура *Penicillium glaucum* или другого гриба, выбирающего левые и правые изомеры, или будет это избирательная деятельность человеческого сознания, производящего такой обзор

по левым и правым энантиоморфным комбинациям кристаллических многогранников.

Несомненно, сейчас только в организмах получают эти молекулярные структуры, притом так, что количество обоих «оптических» изомеров почти никогда не бывает равным, чего мы в наших синтезах без участия живого вещества не достигаем.

В общем даже едва ли можно отрицать, что условия химических процессов в организмах способствуют образованию левых изомеров, и прав Пастер, что возможна иная структура живого вещества, отсутствующая на нашей планете, в которой преобладают условия, благоприятные для образования правых изомеров, ибо мы не видим никаких оснований предполагать, что свойства жизненных процессов вообще препятствовали проявлению правых структур распределения атомов в пространстве.

Пастер, как известно, до конца жизни чувствовал все значение этого явления и связывал его с глубокими и своеобразными космогоническими представлениями.

84. В сущности, однако, это реальное различие живой и мертвой материи едва ли может служить каким бы то ни было препятствием для их соединения вместе в одно общее, как это приходится делать нам в геохимии, где мы имеем дело с живым веществом, объединяющим и вещество, охваченное жизнью, и вещество вполне косное, мертвое.

Мы не можем утверждать, как мы только что видели, чтобы такое вещество с молекулярной структурой без элементов сложной симметрии было носителем жизни. Мы можем лишь утверждать, что такие молекулярные структуры в природных условиях получают исключительно в организмах. Но совершенно так же мы можем утверждать, что и белки или углеводы, жиры, сахара получают в земной коре только в живом веществе или при участии живого вещества.

Это не особые формы материи, для которых жизнь является специфическим свойством, а те формы мертвой материи, которые устойчивы в среде, где царствует жизнь.

Мы пользуемся этим эмпирическим обобщением даже в такой степени, что в тех случаях в природе, где мы открываем такую молекулярную структуру, например в нефтях, мы видим в этом, как это сделали первыми Вальден и Ракузин, доказательство их происхождения из продуктов, выработанных организмами.

Ибо энантиоморфные различия в природе представляют образования, которые, по нашим господствующим научным воззрениям, по существу отличаются от рацемических компонентов.

Правый и левый кварцы, образующиеся чисто природными процессами вне всякого как будто участия живого вещества, связаны со структурой того кристаллического класса, к которому они принадлежат. Еще недавно нам казалось вполне возможным резко отличать их структуру и структуру других минералов без элементов сложной симметрии (например, киновари) от структуры, например, левой, правой, рацемической винной кислоты. Там мы видели причину этого энантиоморфного строения в химической молекуле, здесь – в минералах – в кристаллической молекуле.

Этот взгляд сейчас вызывает большие сомнения и настойчиво требует пересмотра. С одной стороны, рентгеновский свет, примененный к изучению кристаллов, вызывает сомнения в существовании кристаллических молекул. Кристалл составлен из атомов, подобно тому как составлена из атомов химическая молекула. Мы подходим к мысли, что кристаллы – по крайней мере некоторые, например алмаз, – являются сами по себе как бы целой химической молекулой, каковы бы ни были их размеры.

С другой стороны, как будто отпадает и другое отличие, ранее выставленное, – связь энантиоморфных антиподов с присутствием асимметрического атома в химической молекуле. Этому противоречит нахождение таких антиподов Верастом в ряде хромовых, кобальтовых, радиевых, железных сложных соединений, например в хлорнокислом триэтилодиаминкобальте – $\text{Co}\{\text{C}_2\text{H}_4(\text{NH}_2)_2\}(\text{ClO}_4)_3$.

Причину энантиоморфизма, нахождения оптических изомеров, надо, очевидно, искать в другой области, и мы можем сейчас только догадываться, что она лежит, может быть, в области самого атома при известных условиях его комбинирования с другими атомами.

Но идти уверенно по этому пути мы сейчас не можем. Нельзя, однако, не отметить, что среди всех природных сил мы знаем только одну, где явно проявляется отсутствие элементов сложной симметрии, – вещество организмов. Между тем, как показал в своем глубоком анализе явлений симметрии П. Кюри (мало еще обратившем на себя внимание исследователей), причина, не обладающая элементами сложной симметрии, не может вызвать следствий, ими обладающих.

Для объяснения таких структур, как кварц или киноварь, приходится или допустить влияние живого вещества через свои продукты распада, или искать в окружающей среде другие силы, связанные с энантиоморфной симметрией. Намеки на существование таких сил имеются в проявлении лучистой энергии. Как показал Беккерель, от водных поверхностей под влиянием земного магнетизма получаются лучи света с круговой поляризацией, неодинаково относящиеся к прохождению через антиподы, и явления электролиза в магнитном поле тоже должны быть разными для антиподов, тогда, может быть, различными должны быть и излучения Солнца. Но это все явления, которые только ярче обнаруживают наше незнание. Пока мы точно знаем одну энантиоморфно существующую в природе нашей планеты среду – живую материю.

С геохимической точки зрения, однако, нельзя отказать этим явлениям в их значении, ибо, по-видимому, появление энантиоморфных химических соединений организма связано со структурой атома, и должно быть, к тому же сводится к явлению энантиоморфных кристаллических многогранников.

Но эти отличия сейчас, при современном состоянии наших знаний, не могут выходить из области гипотез. Нельзя только отрицать, что в учении об изотопах элементов мы имеем почву для построения новых гипотез об особых системах атомов жизненной материи (ф. 518, оп. 1, д. 53, л. 150–153).

Глава четвертая
ЖИВОЕ И МЕРТВОЕ

Еще раз об определении «живого».

Живая часть в организме.

Минимальный размер организмов.

ЕЩЕ РАЗ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ «ЖИВОГО»

85. Исходя из вечности на Земле – в пределах геологического времени – организмов, а следовательно, и живой материи, необходимо еще раз внимательнее остановиться на том определении живого, которое мы кладем в основу нашего изучения.

В этом определении живого вещества в области геохимических явлений нас будут интересовать главным образом три его свойства: масса живого вещества в целом и в ее частях, т.е. вес организмов, составляющих живую материю, характер и количество химических элементов, в ее состав входящих, и свойственная живой материи и ее частям энергия.

Мы уже видели, что в состав живой материи – организма – неизбежно должны вносить заведомо безжизненную материю – трупы, отбросы, выделения, экскременты, прилегающие части воздуха, воды, почвы.

Имеем ли мы право это делать с логической точки зрения? Можем ли соединять воедино с организмами эти отбросы и остатки как нечто с живыми организмами единообразное?

Мы можем это делать только в двух случаях. Во-первых, тогда, когда различия между безжизненной материей и материей организма нет, во-вторых, тогда, когда различие между ними хотя и существует, но охватывает небольшую – ничтожную по весу – часть вещества организма в тех формах его проявления, которые имеют значение в геохимических процессах, т.е. с точки зрения его веса, энергии и состава.

Поэтому стоящий перед нами вопрос может быть поставлен иначе. Есть ли какое-нибудь существенное различие между веществом и энергией организмов и присоединяемых нами к ним в образе живого вещества частей заведомо безжизненной материи?

При изучении геохимических процессов необходимо отделить свойства, связанные с весом и составом вещества, от проявлений энергии организма, ибо проявление энергии организма не касается целого ряда химических явлений, связанных с историей химических элементов и играющих огромную роль в геохимии.

Поэтому мы можем еще более ограничить наш интерес. Есть ли в организме в достаточном количестве специальная и материальная среда – носитель жизни, – или ее совсем нет, или она составляет ничтожную по весу часть организма?

Для того чтобы пояснить значение этого вопроса, удобно взять аналогию с недавно вошедшими в научное сознание представлениями о радиоактивности. Есть ли в организме такая среда, носитель жизни, какую мы имеем в радиоактивном теле в форме радиоактивных элементов – урана, тория, радия и т.п., от которых мы не можем никакими способами отделить выявление

радиоактивных свойств? Очевидно, если бы так же точно связаны были с какой-нибудь материальной частью организма жизненные свойства, мы не могли бы эти материальные части живой материи всегда соединять воедино с другими ее частями, заведомо этих свойств лишенными.

Вопрос в такой форме резко и определенно стал в науке сравнительно в недавнее время. Раньше господствовали воззрения о независимости в той или иной форме явлений жизни от материального субстрата. Прежние воззрения пришли в науку извне, развились на иной почве – философской и религиозной, получая временами лишь научную форму выражения. Для человека и высших животных они приняли форму «души», «душевных» явлений как сущности жизни, независимой от материального субстрата. Очевидно, при таком воззрении никакой необходимости самой постановки вопроса не было бы, по крайней мере для человека. Он решался отрицательно. Для животных и растений поднимался другой вопрос – тот, который долго занимал философскую, теологическую и научную мысль⁶³: обладают ли они «душой» или нет? И этот вопрос решался различно.

В этой форме уже давно – десятилетия – представления о жизни исчезли из научного кругозора. На их место стали другие построения. Одни, которые связывают жизнь с определенным веществом или комплексом веществ, считают ее, так или иначе, свойством материи. Для других представлений, вне зависимости от свойств той или иной его материальной части, организм *как целое* является проявлением жизни, и ни одна часть его вещества не обладает специальными признаками жизненности, а, изъятая из организма и химически неизменная, является идентичной по свойствам с мертвой материей.

Мы должны будем касаться здесь только вновь возникших воззрений, ибо воззрения, признающие «душу», отдельную от тела, совершенно не связывают жизнь с материальной средой организма, которая одна только изучается в геохимии. Они находятся в другой плоскости, чем изучаемые нами явления. При их наличности мы совершенно спокойно и безбоязненно могли бы соединить воедино как вещество организма, так и его остатки, имели бы и в том и в другом случае один и тот же прах.

Но при наличии в науке новых воззрений мы этого делать не можем, не выяснив вопроса о тождественности или различии мертвой материи и оживленной материи организма.

При выяснении этого вопроса мы встречаемся с трудностями двоякого рода, с одной стороны – общего теоретико-познавательного характера, с другой стороны – с трудностями, по существу связанными с характером самого явления жизненности.

86. Ибо, пытаясь различить в материальном субстрате живое от мертвого, можно поставить вопрос об этом различии двояким образом: 1) как и чем отличается живой организм от мертвого выделения земной коры и 2) есть ли в составе живого организма материя – с точки зрения массы, энергии и состава, – отличная от другой его части?

Есть два пути для ответа на эти вопросы. С одной стороны, можно подойти к их разрешению путем логическим, пытаясь дать определение *жизни* или *жизненности* живого организма. С другой стороны, возможно идти путем *эмпирическим*, пытаясь отделить в живом организме от живого те материаль-

ные его части, которые, взятые отдельно, явно не имеют признаков живого или жизненности. Оставшийся остаток будет являться «субстратом» жизни.

Я буду идти вторым путем. Ибо первый путь не есть по существу путь научного искания. Это путь философии. Ученый может идти им и должен идти им иногда, но должен при этом всегда помнить, что он идет по пути, ему чуждому. Он должен идти всегда по нему с осторожностью, до известного предела, ибо иначе этот путь логических определений научных понятий, углубления в их содержание уведет его далеко в сторону от обычной и родной ему стихии научных исканий⁶⁴.

Углубляясь в научные понятия, ученый совершает философскую работу и для правильного и свободного творчества в этой области должен обладать широким философским образованием, совершить такую работу, которая чужда его непосредственной задаче. Несомненно, бывают случаи, когда он это делает и даже когда он необходимо должен это делать для достижения непосредственных своих целей. Но это бывает редко и, мне кажется, сейчас не стоит перед исследователем живого вещества.

Пытаясь дать логически неопровержимое определение какого-нибудь научного понятия, углубиться в него, мы сталкиваемся с тем, что: 1) это понятие неразрывным образом связано со всей массой общих понятий, которыми пользуется ученый и которые изучает философия, в частности логика и теория познания, и 2) это понятие, как и всякое другое, никогда не может быть просто и неопровержимо определено в логических образах.

Мы не можем дать сейчас новых и точных научных и философских определений ни в одной области изучения природы. Все основные понятия естествознания, как, например, понятие пространства, времени, вещества, химического элемента, движения и т.д., всегда неизбежно вызывают возражение, и они заключают элемент иррационального, не поддаются точному и ясному логическому выражению. Это не мешает им, однако, быть для нас понятными и быть объектами плодотворного и точного научного исследования, раз только они являются не абстрактными созданиями нашего ума, а определениями проявления Природы, реально существующей.

Такой характер этих понятий связан с тем, что мы никогда – ни в научной, ни в философской, ни в геологической работе – не в состоянии охватить в логических формах выражений все бесконечное разнообразие природы или какой бы то ни было ее части, т.е. охватить реально Сущее. Мы не можем это сделать – в логических образах – даже в поэтическом творчестве. Поэтому вечное наше понятие не охватывает того реально изучаемого явления, для которого оно нами создано. При углублении в это понятие мы неизбежно сталкиваемся с несовершенством нашего логического аппарата, нашего слова, и на всяком шагу будем встречаться с противоречиями между ним и реальной действительностью.

«Мысль изреченная есть ложь» – крылатые слова Тютчева в яркой и кованной форме лучше долгих изысканий выражают это явление. Я признаю огромное значение философской работы этого рода и не отрицаю необходимости ее энергичного и последовательного проведения. Несомненно, научная работа будет пользоваться ее достижениями, и она важна для ее широкого развития. Ярким примером этого для нас может служить то значение, какое приобретает философская работа этого рода в области выяснения понятий

«математика» и «физика» для математиков и натуралистов⁶³⁻⁶⁶. Но работа эта не должна смешиваться с обычной научной работой; должна идти отдельно уже по одному тому, что она сама по себе громадна, захватывает все время, всю мысль, всего человека.

87. В обычной научной работе мы можем и должны пользоваться научными понятиями, но достаточно глубоко выявленными, если только это не создает нам затруднений. В частности, таких затруднений по отношению к явлениям жизни, различению живого и мертвого мы не встречаем или почти не встречаем.

Практически мы ошибаемся в отделении живого от мертвого в чрезвычайно исключительных и редких случаях, и обыкновенно очень просто, быстро и неопровержимо эта ошибка исправляется. Никаких неудобств отсутствие глубокого, полного определения понятия живого в научной работе не вызывает. В истории науки есть случаи, когда мелкие, микроскопические организмы принимались за тела мертвой природы или, наоборот, процессы вроде гниения и брожения считались за чисто химические, но все это частности, не имеющие значения в общей колоссальной массе наблюдений, где никаких затруднений различение живого и мертвого не представляет.

Понятие «живого» не создано наукой. Оно вошло в нее извне как создание здравого смысла, донаучного народного знания. Оно относится как раз к этой области мыслей, которые наука получила извне, готовыми. Мы его принимаем, как мы это раньше делали со связанными с ним представлениями, как не подлежащую доказательству и определению аксиоматическую истину. Резкое отличие живого от мертвого является аксиомой, точно так же, как являются ею положение о существовании неразрывной связи между живым и мертвым и круговорот химических элементов в живом веществе.

Различие между живым и мертвым, существование жизни являются столь же реальными явлениями в области точного знания, какими являются пространство, время, материя, сила и т.д. Оно столь же мало меняется в своем научном изучении при более точном и глубоком философском определении, как мало меняется в области точного знания пользование указанными понятиями в зависимости от меняющихся и колеблющихся их философских или логических определений [XII] {...}.

ЖИВАЯ ЧАСТЬ В ОРГАНИЗМЕ

88. Оставив в стороне на этих основаниях попытки определения жизни и живого, обратимся к рассмотрению второго поставленного нами вопроса. Есть или нет в составе организма вещество различного характера, с одной стороны – носитель жизни, вещество специфически живое, с другой стороны – входящее в состав живого организма, заведомо мертвое, с точки зрения явлений жизни, ею не охваченное. При этом мы будем останавливаться главным образом на тех основных свойствах вещества, которые имеют для нас значение, – на массе вещества, его составе и его энергии.

Для того чтобы разобраться в этом вопросе, лучше всего произвести мысленно анализ организма, исключить из него все те его части, которые явно не являются носителями жизни, являются столь же «неживыми», как и всякие другие сторонние организму вещества. Эти части, хотя и принадлежат

к живой материи в нашем определении этого слова, являются, по существу, столь же мертвыми формами материи, как экскременты, выделения организмов, части почвы, газов, воды, трупы, которые мы тоже причисляем к живой материи.

Для нашей цели мы можем остановиться на обычном в биологии делении организмов на многоклеточные и одноклеточные. Признавая большое значение за все усиливающейся критикой значения клетки как элемента, строящего целиком все организмы, для решения нами поставленной задачи, выводы не изменятся, если не весь многоклеточный организм будет в конце концов состоять из клеток, ибо при всех существующих воззрениях жизненные его свойства все же связаны с клетками, в состав его входящими.

Обратимся сперва к более сложным организмам – организмам многоклеточных и колоний. В их состав входит много миллионов клеток, но, кроме них, мы в этих организмах находим ряд других веществ, которые мы должны принимать во внимание, раз только для нас имеют значение вес (масса), состав и энергия организма.

Прежде всего в каждый организм входит огромное количество *воды*. Эта вода химически не связана с организмом, находится в нем в жидком, газообразном и физически связанном состоянии. Количество воды в живом организме, особенно если мы исключим такие состояния, как зерна или споры, огромно. Оно одинаково проникает в одноклеточные и многоклеточные организмы.

Для *жизни* эта вода необходима; однако мы не можем признать эту воду организма живой, как не можем признать таким вдыхаемый или выдыхаемый воздух, столь же необходимый для жизни. Принимается обычно, что количество воды в организме составляет от 2/3 до 9/10 веса всего его тела. Но в действительности эти указания не дают вполне верного представления о явлении. Количество воды для некоторых организмов много превышает эти пределы, особенно для водных организмов, где оно обычно превышает 98%, а для некоторых прозрачных морских животных числа превышают 99% – доходят для *Cestus* или *Salpa pinnata* до 99,7%⁶⁷. Может быть, некоторые из этих чисел не удовлетворяют тем требованиям, какие мы должны ставить химическому анализу, ибо вода определена не прямым путем⁶⁸, но в общем эти числа ясно показывают нам, какое огромное количество находится в организме вещества, которое ни в коем случае мы не можем счесть живым. В некоторых из них будет меньше 0,3% по весу такого вещества, по отношению к которому может быть поставлен вопрос, является ли оно живым. Но и наземные организмы чрезвычайно богаты водой; и по отношению к ним не может быть никакого сомнения, что главная по весу их составная часть не является живой. Для пресноводных водорослей указывается 75% воды и более⁶⁹. Но эти исчисления явно не точны. Количество воды значительно больше. Огромное количество ксерофитов имеют разнообразные приспособления для удержания воды, в них находятся полости или ткани, переполненные водой. Здесь ее количество достигает максимальных размеров. В то же время гидрофиты выделяют колоссальные количества воды на своей поверхности⁷⁰. Причем эта вода, несомненно, должна быть присоединяема к живому веществу, так как она связана с жизнью и проникнута биохимическими продуктами⁷¹.

Не менее обычна вода и в наземных животных, для которых она никогда не спускается ниже 60% по весу, а обычно ее гораздо больше.

Вода нередко собирается в жидком состоянии в организме, образуя в нем целые системы жидкостей, на 90–99% из нее состоящих. Таковы кровеносная, лимфатическая, «водная» системы (последняя у морских) животных, проникающие нередко сплошь весь организм, заполняющие его полости. Очевидно, эти жидкости не могут считаться отличными от обычных жидкостей; они не живые; в них могут быть рассеяны отдельные обладающие жизнью клетки, но по весу эти клетки являются ничтожными, а сама жидкость столь же инертна и безжизненна, как воздух, заполняющий полости тела.

Еще более, конечно, безжизненны такие жидкости, как желудочный сок животных или пасока растений, хотя количество последней, например весной, иногда достигает огромных размеров, превышает 75% от веса дерева.

89. Очевидно, столь же мало живыми являются находящиеся в организме *газы*.

Организмы содержат огромное количество газов – воздуха, углекислоты, нахождение которых теснейшим образом связано с жизнью организма, например в планктонных организмах та углекислота или кислород, которые заполняют вакуоли и позволяют им держаться на поверхности⁷². Водоросли нередко переполнены пузырями кислорода, и это количество кислорода в природе так велико, что мы должны принимать его во внимание в геохимической истории этого элемента. Если исключить деятельность человека, это – наиболее концентрированные его нахождения на земной поверхности.

Но газы наблюдаются в не меньшем количестве и в наземных растениях. Оставляя в стороне находящиеся в жидких частях организма растворенные их количества, мы наблюдаем не меньшие их массы в особых заполненных воздухом пространствах в высших растениях. Так, например, в листьях иногда по объему пространств межклеточных (занятых воздухом) больше, чем заполненных клетками. Так, в листе *Pistia texensis* Klotsch на такие межклеточные пространства приходится 71% объема, в листе банана – *Musa sapientum* – 48% и т.д.⁷³ В среднем в листе растений 21% его объема состоит из газовых пор⁷⁴. Есть растения, например мангровые, содержащие специальные газовые вместилища.

Огромные количества газов проникают и все животные организмы. Внутри них есть большие полости, заполненные газами, например у рыб. Иногда кости их, например птиц, проникнуты газами. Газы в растворе в теле организма и в мельчайших выделениях – пузыри в полостях, нередко микроскопически мелкие – являются характерной чертой строения организма.

Благодаря такому строению организма мы получаем даже некоторые о нем представления, когда берем его вес, ибо мы взвешиваем только часть газов, в нем находящихся, только те, которые находятся в нем в растворе или замкнутом пространстве. Другие газы находятся в сообщении с воздухом и при взвешивании в воздухе, очевидно, не влияют на вес организма.

Однако, несомненно, во всех организмах живой материи количество таких газов весьма значительно, и в то же время едва ли можно отрицать, что эти газы, входящие в теснейший обмен во всех химических процессах, должны не менее воды, проникающей организм, считаться частью живой материи.

И газы, и вода, хотя и часть живой материи, ничего специфически «живого» в себе не заключают.

Процесс одревеснения – старения дерева – связан с переходом камбиального, состоящего из клеток с плазмой и клеточным соком слоя в конце концов в деревянистый слой, причем плазма и клеточный сок исчезают из органов, и на их место становятся вода и газы. Ни деревянистая часть, ни газы, ни вода ствола или ветвей не могут считаться специфически живыми. Исключив живой камбиальный слой, мы имеем всю остальную часть древесного растения, ничем не отличающуюся от обычной неживой материи, она играет роль устойчивого скелета, в котором и органическое вещество (древесина или клетчатка)⁷⁵, и вода, и газы одинаково не вызывают необходимости признания за ними жизненных свойств. Если мы примем во внимание распространение этих образований в растении, например в очень бедном камбием *Robinia pseudoacacia*⁷⁶ их нахождение в коре, стволе, ветвях, корнях, мы ясно можем представить себе огромное количество заведомо неживого вещества, сосредоточенного этим путем в живом организме. Его относительное количество должно преобладать по весу не меньше того преобладания воды в живых организмах, на которые указано выше. К сожалению, я не нашел указаний, которые позволили бы выразить это преобладание неживых частей живого дерева в числах. Если ко всему этому мы примем во внимание, что в оставшейся от древесины части количество воды не менее 70% по весу, а, вероятно, более, то станет ясно, что подавляющая масса дерева ничем не отличается от обычной мертвой материи.

90. Уже принимая во внимание воду, газы, части скелета, мы видим, какое количество по весу живого организма не имеет ничего специфически жизненного, когда оно изучается с точки зрения свойственных ему массы, энергии, химического состава. Но на этом не кончается такое строение многоклеточного организма. Мы встречаем в нем еще огромные отложения запасных веществ, нередко чистых химических соединений, приготовленных организмом для постройки его тканей или для пищи вообще и ничем не отличающихся от тех же соединений, изготовленных в наших лабораториях, кроме как своим происхождением.

Достаточно с этой точки зрения рассмотреть строение любого яйца или зерна. В нем подавляющая по весу часть состоит из *запасных* веществ, химических соединений, не имеющих никаких признаков жизни. Это будут, без сомнения, неживые белки, крахмалы и т.д. Количество таких соединений нередко огромно. Очевидно, особенно в таких телах, как плоды, мы имеем ничтожное количество вещества (зародыши в зернах), относительно которого может быть сомнение, что оно обладает какими-нибудь особенными жизненными свойствами. Если мы возьмем какой-нибудь плод в скорлупе, заключающий один зародыш или обычное птичье яйцо, имеющее скорлупу, мы можем здесь иметь яркий пример того, что только ничтожная часть вещества плода или яйца может считаться одаренной жизнью. Остальная часть плода или яйца состоит из веществ запасных или выделений скелета. Яркое это выражается в больших яйцах и зернах, например в яйце страуса или в кокосовом орехе. В орехе есть много клеток, но они переполнены запасными веществами, в нем сосредоточена богатая сахаром и белками жидкость, толстая деревянистая скорлупа. Перед количеством этих веществ даже теряется та нич-

тожная – по весу – группа клеток, которая составляет зародыш. Но и в этом зародыше только небольшая часть веса клеток может возбуждать сомнение в смысле ее идентичности с обычными свойствами материи.

В не менее яркой форме видим мы эти явления в беспорядочных скоплениях одноклеточных организмов, которые так или иначе соединяются вместе в собрания, неправильно называемые колониями, например в серных или железных бактериях. Здесь вещество клеток составляет небольшую часть массы сгустка бактерий, а главная часть по весу состоит из вещества скелета (оболочек) или запасных. Так, в сгустках серных бактерий *Beggiatoa* внутри клеток и между клетками наблюдается огромное количество запасного вещества в форме серы. Количество такой серы временами доходит до 95% всей массы бактерий.

В весе каждого организма эти запасные вещества всегда составляют заметную большую часть, а иногда они в виде отложения сала, жиров вообще, углеводов (крахмала), белков являются преобладающими по весу частью не только в отдельных органах организмов, но и в отдельных неделимых. В организме человека обычной толщины жир весит нередко столько же, сколько весит скелет, а у полных людей мы имеем нередко количества жира, превышающие количества других частей организма. Необходимо иметь при этом в виду, что как раз жиры очень бедны водой, и необходимая для организма вода сосредоточена при этом вне жировой части организма, так что валовой процентный состав ее дает нам неверное представление о количестве воды в «живой» части организма.

Очевидно, эти вещества ничего специфически живого собой не представляют.

К ним же относится и нахождение в организме таких веществ, как сахара или некоторые минеральные вещества, как селитра, количество которых в иных случаях исчисляется многими процентами.

91. Таким образом, огромная часть многоклеточных организмов и колоний одноклеточных – в самой их элементарной форме – заведомо состоит из вещества, никаких свойств жизненности не имеющего.

Только по отношению к остающейся части живой материи, одноклеточным организмам и клеткам многоклеточных может быть разговор о каких-нибудь особенностях в свойствах и составе их вещества, отличающего их от обычной мертвой материи.

Легко убедиться, однако, что и здесь мы в огромной части их массы встречаем обычную материю, неотделимую от безжизненной материи, раньше рассмотренной.

В составе клеток мы встречаем прежде всего те же продукты, которые мы имели и раньше. Мы имеем здесь: 1) воду и другие жидкости, лишенные жизни, 2) твердые или студенистые образования, имеющие значение скелета или опоры, 3) газы и 4) выделение запасных, нужных для организма веществ.

Все эти вещества необходимо исключить из состава клеток, если мы хотим обратить внимание только на ту часть их вещества, которая может обладать особыми свойствами. В составе воды организма мы обычно изучаем и состав воды клеток. В общем это количество больше среднего количества воды в многоклеточных, по крайней мере наземных организмов. К сожалению, химический состав одноклеточных организмов нам известен недоста-

точно; анализов очень мало⁷⁷. Но из того, что мы знаем, мы видим колебания в количестве воды между 68 – 89%. Так, плазмодий *Aethalium septicum* дает до 80–90% воды⁷⁸, лейкоциты человека – 88–51%⁷⁹ и т.д.

Помимо воды, мы имеем в клетках и другие *жидкости*, сторонние их основному составу, и, хотя количественно учесть их значение мы не умеем, мы можем утверждать, что оно очень велико. Эти жидкости заполняют вакуоли, находятся в клетках в виде капель.

В растворе в веществе клеток и в форме газовых вакуолей находятся и *газы*, которые заполняют иногда значительную часть объема клетки. И здесь мы должны довольствоваться общим впечатлением значительности этого явления, но не можем учесть его в количественных данных.

В каждой клетке находятся студенистые или полутвердые выделения скелета. Характер их различен, иногда они состоят из тончайших нитей, иногда более сложных образований. По-видимому, и для клетки мы имеем дело с большим весом этих частей их скелета сравнительно с весом клетки, так как, очевидно, они состоят из более плотного, а может быть, и более тяжелого вещества, чем главная масса вещества клетки. Но и здесь, кроме того, что эти вещества чрезвычайно распространены и составляют заметную часть образований клетки⁸⁰, никаких количественных данных мы не имеем.

Огромную часть содержимого клетки составляют запасные вещества. Иногда они составляют много больше 99%, например в таких клетках, где отлагается крахмал, в зернах или плодах, но и в обычной клетке эти запасные вещества самого различного характера – жиры, углеводы, сера и т.п. – должны играть огромную роль и составлять по весу значительную часть клетки.

Наконец, в клетке могут находиться остатки старой клетки, оставшиеся при ее делении, которые можно счесть отмершими, т.е. заведомо не обладающими жизненностью⁸¹.

92. Включив все эти вещества, как несомненно, с одной стороны, принадлежащие к организму, а с другой – ничем не отличающиеся от обычной материи, вполне характеризующейся массой, энергией и химическим составом, в наше живое вещество, в организмах останется только небольшая, иногда ничтожная, часть их веса, которая обычно называется протоплазмой или, как теперь, может быть, удобнее ее называют, *клеточной плазмой* – *цитоплазмой*.

Но и по отношению к этой клеточной плазме у нас нет никаких оснований видеть в этом веществе что-нибудь особенное и отличное, считать его целиком материальным носителем жизни в составе организма, хотя бы в том смысле, в каком радиоактивный химический элемент может считаться носителем радиоактивности в составе минерала.

Строение *цитоплазмы* очень сложное. Удобной формой его рассмотрения будет то деление ее вещества, которое дается некоторыми из новых биологов⁸², различающих в цитоплазме *биоплазму*, метаплазматические и параплазматические выделения и образования. Ясно из предыдущего, что все метаплазматические⁸³ и параплазматические⁸⁴ выделения и образования вполне принадлежат к рассмотренным ранее частям вещества организма и никакого сомнения в смысле принадлежности к живому веществу в употребляемом здесь смысле не вызывают. Таковы их образующие выделения гликогена, аледрона, целлюлозы, зерна пигментов и т.д. Следовательно, из общей

клеточной плазмы остается сомнительной только та ее часть, которая носит название биоплазмы.

Но и сама биоплазма является чрезвычайно сложным образованием, и, несомненно, большая часть ее по весу никакого отношения сама по себе к явлениям жизни не имеет. Неясно лишь значение остальной, хотя бы и не-большой по весу, ее части.

93. По отношению к биоплазме сейчас мнения исследователей разделяются довольно резко, и существуют в науке воззрения самого противоположного характера. До известной степени это одно уже служит указанием на степень нашего незнания.

Согласно одному из главных течений мысли, все вещество биоплазмы одинакового характера и как таковое не является носителем жизни. Носителем жизни является организм как целое, в одном из наиболее простых случаев – клетка, но клетка целиком, а не ее биоплазма или какое-нибудь другое вещество, в нее входящее. Жизнь прекращается не с уничтожением какого-нибудь вещества, а с разрушением определенной структуры, организации. Для нее, несомненно, нужны вещества определенных свойств и состава, но сами эти вещества не обладают жизненностью. Для нее нужны вода или кислород, или вещества, строящие биоплазму, но жизненными телами, «живыми веществами» в узком смысле этого слова эти тела не являются. Вещества биоплазмы, нужные для жизни, взятые сами по себе, столь же безжизненны, как вода, кислород, белки, жиры или углеводы. В той или иной форме к этому воззрению, одним из первых провозвестников которого был в 1860-х годах Брюкке⁸⁵, начинают склоняться очень многие из современных биологов⁸⁶. Существуют различные формы относящихся сюда теорий, которые имеют для нас одинаковое значение потому, что считают все вещество организма безжизненным, по существу с этой точки зрения однородным.

Несомненно, такого рода воззрения наиболее удобны для геохимического исследования живого вещества и вызывают меньше затруднений в объяснении его геологической истории.

И если бы сейчас можно было считать это воззрение научно общепринятым, то дальнейшая работа в геохимии в значительной мере упростилась бы.

Однако это не так. Существуют и противоположные воззрения. Поэтому мы должны остановиться на них и так или иначе выяснить, почему мы, несмотря на их существование, считаем возможным в дальнейшем изложении оставить их без внимания.

94. Согласно этим воззрениям, в биоплазме есть вещество, специфически отличное от обычного в том смысле, что оно является носителем жизни.

Какое это вещество, мы не знаем. Вначале предполагали, что это все вещество биоплазмы целиком, но легко убедиться, что при анализе этого представления мы неизбежно встречаемся со всеми теми затруднениями и, можно сказать, со всеми теми случаями, какие мы встретили в цитоплазме.

В составе биоплазмы⁸⁷ приходится допустить существование всех тех тел, несомненно безжизненных, которые были нами найдены в цитоплазме. И все, что сказано было о них ранее, целиком может быть перенесено на биоплазму. Даже химические различия их не выяснены.

Химический состав биоплазмы известен чрезвычайно мало, несмотря на огромный научный интерес к его изучению. Имеющиеся химические анализы⁸⁸ дают о ней явно неверное представление как о случайной смеси разнообразных веществ, и, очевидно, на этих результатах нельзя основываться для сколько-нибудь серьезных выводов.

К сожалению, мы не имеем даже ни одного элементарного анализа биоплазмы (так же, как и цитоплазмы), не возбуждающего серьезных сомнений.

В этой области потрачено огромное количество труда на теории и споры, небольшая часть которого, употребленная на точный анализ, сделала бы многие из теорий излишними.

Во всяком случае, значительная часть вещества биоплазмы может быть безбоязненно соединена с нашим живым веществом; она ничем реальным от него не отличается. Что же остается?

95. При решении этого вопроса мы сталкиваемся с теми изменениями воззрений на клетку, какие происходят сейчас в цитологии. Сложное явление природы – клетка далеко не отвечает тем простым построениям, какие внесены в науку теоретической мыслью. Явление, здесь наблюдаемое, гораздо более сложно, чем обычно мыслится.

Для целей этой работы нет необходимости углубляться в те новые вопросы, которые здесь сейчас возникают. Пока мы можем счесть клетку общим и окончательным предельным элементом, из которого строятся организмы, как животные, так и растительные. Для наших целей изменения взглядов в области этих явлений не будут иметь значения. Необходимо, однако, иметь в виду, что ход научной работы в этой области как будто указывает нам на сложность клетки, на то, что она не является последним элементарным морфологическим элементом организма.

Мы встречаем здесь такие образования, которые сами по себе представляют как бы независимые от всей клетки индивидуы, несовершенные или редуцированные организмы, органеллы, как их некоторые авторы называют. Несомненно, некоторые из этих органелл являются важными элементами жизни, и на них переносили и переносят иногда искания специфического материального субстрата жизни.

Впервые в 1831 г. Браун указал на ядро клетки как на ее существенную составную часть, в 1870 г. впервые выдвинуто было значение других зернышек – пластид⁸⁹, к которым в позднейшее время было прибавлено еще несколько других, как будто индивидуализированных морфологических образований – хондриосом, хлоропластов и т.п.

Наиболее характерным и во многом загадочным явлением необходимо признать то, что, изучая эти морфологические образования, мы встретились с их независимым от других частей клетки происхождением. Для ядра оказалось несомненным, что оно происходит делением другого ядра, подобно тому как клетка образуется делением клетки. Подобно тому как *omne cellula e cellula*, пришлось признать, что и *omne nuclea e nucleo*, как нет создания клетки из составных элементов, так нет и создания из них ядра. Но когда ядро не образуется какими бы то ни было процессами в клетке из ее вещества, оно имеет свое собственное, независимое от остальной клетки вещество. Ядро имеет такое же непрерывное существование во времени, как и сама клетка.

Это представление было перенесено и на другие морфологически обособленные части клетки – на хондриосомы, пластиды и т.д. Однако здесь мы стоим на более шаткой почве, и эти теории встречают многочисленные возражения. Доказанными они считаться не могут, а для некоторых из этих образований и совершенно сомнительны⁹⁰.

Несомненно, однако, что своеобразная структура и независимое положение этих образований, хотя бы и одних ядер в клетке, заставляют со вниманием относиться к теориям, допускающим разнородность вещества клетки, в данном случае в биоплазме, с точки зрения его жизненных свойств.

Можно различить здесь три разных типа теорий. Одни придают особый материальный жизненный характер организованным элементам клетки, главным образом ядрам. Другие выдвигают на первое место плазму, преимущественно ее белковые тела (живые белки). Наконец, третий тип теорий придает такой характер организованным элементам клеток в связи с примыкающей к ним плазмой, в сущности – биоплазме.

94* Среди морфологически обособленных частей плазмы огромное значение придают ядру, химически отличному от плазмы. Считают его вещество необходимым для жизни. Нельзя, однако, не отметить, что мы не можем считать доказанным нахождение ядра во всех клетках. Не удается до сих пор доказать существование ядра в некоторых бактериях и близких к ним организмах. Сторонники необходимости ядра для жизни объясняют это явление тем, что прозрачная плазма бактерий – «пластид» некоторых авторов⁹¹ – сама имеет свойства вещества ядер⁹² или заключает вещество ядер, которое, хотя химически отличное, морфологически не выделено в этих низших организмах⁹³. Если бы это подтвердилось, пришлось бы признать, что ядро вещество необходимо для жизни⁹⁴ помимо протоплазмы. Но вопрос сложнее; есть ряд организмов, которые имеют не ядро, а множество ядрышек, тождественность которых с ядром является до некоторой степени гипотетичной, ибо одинаковость их микрохимических реакций не может служить этому взгляду прочной основой.

Как бы то ни было, если бы даже этот взгляд был правилен и ядро в своем веществе явилось бы – одно или с плазмой – неизменным носителем жизни, он не может быть применен ко всем организмам, и для организмов без ясного ядра пришлось бы искать иного носителя жизни.

Может быть, в связи с этой теорией, видящая в ядре и окружающей его плазме (энергида Сакса) тот морфологический элемент, с которым связана жизнь, не получила очень большого распространения⁹⁵.

Если бы мы, однако, допустили правильность этой теории, то подавляющее количество вещества организмов отошло бы в область живой материи, изучаемой в геохимии. Лишь ничтожная по весу их часть – вес самих ядер – могла бы вызвать сомнение в принадлежности к «оживленному веществу». Но едва ли бы мы имели здесь дело со значительными количествами – вероятнее всего, даже для большого многоклеточного организма мы имели бы дело с весом, стоящим на границе нашего измерения. К сожалению, вес ядер неизвестен.

* Повтор нумерации. Так у автора. – *Ред.*

Все же несомненно, что для всех организмов мы получили бы ничтожные количества «оживленной материи», которые во множество раз были бы меньше количества атомов радиоактивных веществ, находящихся в состоянии распада.

Если бы мы даже приняли их в наше исчисление как обычную «живую материю» и стали к ней прилагать наши обычные представления о массе, энергии и составе, ошибка от этого была бы ничтожная, целиком попала в пределы наших исчислений и, очевидно, могла в нашей научной работе быть оставлена без внимания.

К тому же несомненно, что и это число было бы слишком велико. Судя по всему тому, что мы точно знаем о составе ядра, и в нем значительная часть вещества, физически его проникающая, например вода, ни в коем случае никак от остального вещества организма не может быть отделена.

Таким образом, если бы этот взгляд был правилен, то оказалось бы, что на всей поверхности земного шара находилась ничтожная по весу пленка «оживленной материи», которая производила бы все бесконечное по разнообразию и могуществу проявление жизни, порождала все организмы и создавала те грандиозные геохимические процессы, которые подлежат в дальнейшем нашему изучению.

Несомненно, очень возможно низкое строение земной поверхности. Мы сейчас не только в геологии, но и во всем мироздании научаемся оценивать значение ничтожных количеств кажущейся таковой или действительной материальной среды. Для нас и здесь величайшие эффекты производятся исчезающе малыми телами. Еще недавно мысль человека получила в этом отношении новый урок. Я говорю о радиоактивности. Ничтожное количество по весу радиоактивных веществ, находящихся в земной коре, должно производить на ней – и несомненно производит – такие эффекты, которые мы обычно привыкли относить к большим массам материи. Не имеем ли мы чего-нибудь подобного и по отношению к веществу, охваченному жизнью?

С точки зрения наших обычных физических представлений эта «оживленная материя» имела бы свойство и характер не только материи (т.е. вещества), но и энергии. Она частью вошла бы в категорию тех «невесомых жидкостей», из которых у нас создалось представление о формах энергии. Ядра – ничтожная часть материи, – которые являются носителями жизни, имели бы в ней характер центров энергии, вроде ионов в газах или распадающихся атомов и радиоактивных элементов. Не только вес этих проявлений материи ничтожен, но связанная с ними энергия огромна, и, как мы знаем, в этих случаях изменение обычных свойств материи столь значительно, что мы видим перед собой новое явление. Несомненно, это область темная, требующая исследования, но важно отметить то, что мы, говоря об оживленном материальном субстрате, приходим к аналогии не с обычной материей, входящей в состав живого вещества, а с ничтожными, резко измененными в своих свойствах ее следами.

Еще в большей степени все это относится к тем случаям, когда вместо клеточных ядер мы будем считать проявлением жизни другие самостоятельные выделения биоплазмы – пластиды или ниже указываемые биобласты.

95. Гораздо меньше данных может быть приведено для обоснования другого представления – идеи о специфическом живом бесструктурном веществе – плазме как носителе жизни.

Это представление, имеющее корни в натурфилософских идеях прежних времен, не раз проявлялось в естествознании даже в чистом виде, без признания во внимание ядра. Оно живо до сих пор у натуралистов, мировоззрение которых, по существу является не научным, а философским, хотя и облеченным в научную форму, например в представлениях Э. Геккеля о монадах. Бесструктурную «первобытную материю», *Ur Materie* натурфилософов, дифференциацией которой выработалась наблюдаемая нами живая материя, пытались даже искать в природе, и одно время ее думали видеть на дне океана⁹⁶. К ней так или иначе сводятся философия представления вроде космологической материи Фехнера и те воззрения, которые служат основой современным искателям самозарождения живых организмов.

Насколько можно разобраться в не очень ясных представлениях этого рода, никогда не считается оживленной сама по себе вся плазма. Из нее берется только одна ее составная часть, очень сложная по составу – *белки*. Принимается – без достаточных оснований, – что белки составляют видную часть плазмы по весу и что эти белки плазмы образуют *живые белки*, одаренные жизнью. Нельзя не отметить, однако, что белки плазмы резко отличны от изучаемых нами более простых белковых тел⁹⁷, огромное количество которых играет роль запасных веществ организма. Вещества, дающие реакции белков, составляют нередко ничтожную часть плазмы, например в лейкоцитах всего 1,6%⁹⁸. Для некоторых инфузорий совсем не удалось доказать присутствие белков, или они находились в ничтожном количестве⁹⁹. {...} Важны не эти отдельные случаи, а важно то, что иногда белков, химически определимых, почти не находят, когда подходят с научным изучением к цитоплазме, ее жидкой или полужидкой составной части.

На этом основании мы должны заключить, что то, что называют живым белком, является не белком, а каким-то другим, нам неизвестным телом, количество которого в плазме не установлено и может быть очень невелико.

Само существование этих тел в плазме есть гипотеза, а свойства их нам неизвестны, ибо свойства, которые прежде считали характерными для живой плазмы, являются не чем иным, как свойством коллоидов, и никакого отношения к жизни не имеют. Во всяком случае, они не могут рассматриваться как проявление чего-нибудь специфически живого.

Поэтому при современном состоянии наших знаний более благоразумно оставить в стороне эту гипотезу о живых белках и признать вместе с другими исследователями, что у нас нет никаких оснований считать «белки» более живыми, легче «активируемыми», охватываемыми жизненностью, чем другие составные части плазмы¹⁰⁰.

А так как подавляющая часть вещества плазмы ничем не отличается от обычного вещества, мы должны признать, что выделение из нее какой-нибудь части, в этом смысле отличающейся от остальной плазмы, есть гипотеза, еще ждущая подтверждения фактами¹⁰¹. Даже если бы выделение их когда-нибудь было сочтено правильным, можно считать несомненным, что оно захватит ничтожную по весу часть биоплазмы, ничтожную с точки зрения геохимических процессов.

Мы увидим в дальнейшем изложении то огромное геохимическое значение, какое имеет обмен веществ – вхождение и выход элементов в состав организма – в связи с процессами питания и дыхания. Для плазмы

это выражается в жадности к кислороду; за счет поглощаемого кислорода идут процессы сгорания вещества плазмы. Когда-то считали это проявлением жизни. Исследования Пфлюгера, подтвержденные и расширенные в дальнейшем¹⁰², показали, что эти процессы идут исключительно за счет сторонних, запасных, неоживленных веществ, приносимых в плазму. Сама биоплазма в составе тех ее частей, которым можно придавать жизненное значение, при этом не меняется, т.е. стоит вне того великого по своему значению непрерывного в течение жизни прохождения вещества через организмы, в котором Кювье – в форме жизненного вихря – видел основной признак жизни и которое одно имеет значение в геохимии. Только благодаря этому процессу можно говорить о влиянии живого вещества на геохимические явления, и, очевидно, та его материальная часть, которая не входит в этот процесс, не может иметь большого значения в геохимии.

В учении о белках или плазме как носителях жизни можно обратить внимание на другую сторону явления – на бесструктурность предполагаемого субстрата жизни. На эту сторону обратил в свое время внимание Гальтон¹⁰³, желая избежать возражений, построенных на ничтожности размеров мельчайших носителей наследственности (в теории пангенезиса) и их соизмеримости с величиной молекул, что вело к неразрешимым противоречиям. Гальтон предположил мельчайшие оживленные части бесструктурными, подобно монадам Геккеля. Но по этому поводу совершенно верным и неопровержимым является замечание одного из величайших и глубочайших физиков нашего времени – Максвелла¹⁰⁴, что такие бесструктурные мельчайшие зернышки не могут обладать свойствами чисто материальной системы.

92.* Необходимо остановиться еще на одном представлении о существовании вещества специфически живого, оживленного, которое стоит в стороне от только что рассмотренных форм проявления жизни, так как связано с элементами более мелкими, чем клетка и ее морфологические выделения.

Эти представления необходимо отделить от только что рассмотренных потому, что мы здесь оставляем прочную область фактов и переходим в мир гипотетических построений. Однако эти построения основаны на допущении в клетках и в организме вообще материальных образований, отличных от других ее составных частей своей жизненностью и в общем допускающих научную проверку. Мы видели уже раньше, что и данные наблюдения заставляют признавать самостоятельные образования в клетке, и некоторым из них, как ядрам, придается особое значение в жизненном процессе. Цитологи открывают в самом ядре более мелкие элементы, особую структуру.

Но это все-таки видные глазом морфологические элементы. Для объяснения жизненных проявлений биологи, однако, уже давно начали искать существование невидимых морфологических элементов клеток, более мелких, чем все видимые в микроскоп, и более крупных, чем самые большие молекулы. Впервые, кажется, Ч. Дарвин для объяснения наследственности возобновил старинные представления XVIII столетия, и, хотя его идеи о «почечках» не были приняты, они открыли путь¹⁰⁵ для целого ряда аналогичных представлений. Мы имеем в области этих воззрений многочисленные искания, которые до сих пор не привели к очень положительным результатам, но которые

* Повтор нумерации. Так у автора. – *Ред.*

заслуживают самого серьезного внимания, так как они заставляют нас критически относиться к господствующим биологическим воззрениям и указывают на существование целой области явлений за пределами еще недавно считавшейся мельчайшей формы живой организации – клетки.

Воззрения этого рода довольно разнородны¹⁰⁶. С одной стороны, мы имеем здесь строгие наблюдения морфологов, указывающих на существование в клетке более мелких элементов, обладающих признаками жизни и в то же время до известной степени независимых в своем существовании от клетки. Очень ярко это проявляется в том представлении о самостоятельности ядер или пластид в своем генезисе, которого мне приходилось касаться раньше. Ядра и пластиды не являются предельными формами, находимыми в клетке морфологами. Мельчайшие тельца – гранулы, найденные Альтманом в биоплазме, еще мельче, и к ним могут быть отнесены признаки жизненности биоплазмы¹⁰⁷. Очевидно, приняв вместо реальных и изученных ядер за материальную основу жизни хотя и видимые, но глазом не разложимые гранулы, мы придем к тем выводам, к каким пришли раньше, разве еще с большим уменьшением количества той материи, которая может быть рассматриваема как специфическая носительница жизни.

К этим представлениям примыкают другие, в которых носителями жизни, специфически живой материей являются гипотетические мельчайшие выделения оживленной материи, в той или иной форме играющие роль живых молекул или комплексов молекул. Таковы представления Негели о мицелиях и пробиях, Дарвина о почечках (*gemmulae*), Де Фриза о пангенах¹⁰⁸, Видлера о пласомах и т.д. Очевидно, признание нахождения в клетке – в плазме и ядре – таких мельчайших живых материальных частиц еще более уменьшает с точки зрения геохимических явлений область оживленной материи, ибо мицелии Негели или пангены Де Фриза по весу будут ничтожной частью отдельного организма и, очевидно, составленной из организмов живой материи. До сих пор, однако, эти представления о жизни, очень напоминающие взгляды Бюффона, не смогли привести к каким-нибудь реальным результатам.

93. Отдельно от этих представлений, так или иначе связанных с клеткой, должны быть поставлены представления о существовании независимых от клеток мельчайших телец, которые являются более низкой, первичной формой живой материи. Геммулы, пангены, пласомы, пробии являются как бы элементами клетки – отдельно они в природе не существуют. Иной характер носят микрозимы Бэшана¹⁰⁹, индивидуумы, независимые от клеток, их проникающие, переходящие в разные организмы. Они еще ближе к органическим молекулам Бюффона. Оставшиеся в стороне от широкого русла научной работы сторонники самопроизвольного зарождения направили сюда свое внимание: задачей явилось создание не клетки, а самостоятельно от нее существующего более мелкого неделимого. Бэшан пытался доказать и реальное существование микрозим в природе, их широкое в ней распространение, даже дать их анализ¹¹⁰. Во многом эти работы основаны на ошибках и недоразумениях, но Бэшан был точный, прекрасный экспериментатор, нельзя утверждать, что в его наблюдениях все ложно, и мы видим непрерывную нить исследователей, идущих по тому же пути, может быть, не вполне безнадежному. Пока ни Бэшану, ни Бастиану, ни их сторонникам не удалось убедить противников в морфологической особенности наблюдаемых ими образова-

ний, а некоторых даже и в их принадлежности к живым организмам¹¹¹. Если бы в дальнейшем ходе научного движения удалось доказать, что в каких-нибудь аналогичных мельчайших морфологических образованиях, которые могут быть искусственно получаемы в пределах живой материи и которые проникают в организмы, мы должны видеть формы оживленной материи, то все же, несомненно, оказалось, что по весу они составляют еще меньшую часть, чем, например, ядро. Ясно, что, даже если этих тел очень много в ядре, клетке, пластиде или в любом морфологическом образовании организма, их вес всех, вместе взятых, составит часть этих образований. Очевидно, с тем большей степенью все, что сказано нами по отношению к ядрам, остается верным и по отношению ко всем этим еще более мелким образованиям, реально наблюдаемым, теоретически вполне допустимым, как пангены и мицелии, или полуреальным, как микрозимы.

С геохимической точки зрения безразлично, примем или не примем мы в состав живой материи эти мельчайшие части. Во-первых, это безразлично потому, что они по весу составляют ничтожную надбавку к живой материи, а во-вторых, потому, что они при умирании всегда целиком в нее переходят.

94. Во всех этих научных исканиях и теоретических построениях мы видим проявление одного и того же стремления – так или иначе связать жизненность с материальным субстратом. Считается в науке, что жизнь всегда связана с материальным субстратом¹¹² и что без материи мы ее проявлений наблюдать не в состоянии¹¹³. Огромные создания религиозного, поэтического и философского творчества, касающиеся областей человеческого ведения, где проявления жизни независимы от материи, остаются в стороне от научных исканий. Лишь отдельные ученые определенно идут против общего течения, считая иногда, как Лодж, что на их стороне будущее.

Но, оставаясь на почве связи жизни с материальным субстратом, мы видим, что научный анализ этого субстрата приводит к выводам, несогласным с обычным представлением.

Он приводит, с одной стороны, к тому, что материя, одаренная жизнью, может быть связана с материальным субстратом, составляющим небольшую, по-видимому ничтожную, часть организма по весу, и в связи с этим этот оживленный материальный субстрат совсем не похож на ту материю, какую мы обычно себе представляем.

Научный анализ приводит к заключению, что если жизнь связана с материальным субстратом, то получающееся явление не входит в рамки исходных грубо материалистических представлений. Мы здесь имеем дело с качественно новым явлением.

При анализе материального субстрата жизни мы в конце концов все время приходим к одному и тому же выводу, что во всех организмах без исключения лишь небольшая часть их вещества по весу может быть связана с жизненностью, а подавляющая по весу часть вещества ничем не отличимой от обычной безжизненной материи даже тогда, когда она находится внутри живого организма. А когда она выходит из организма, она всегда и целиком однотипна с живым веществом.

К сожалению, мы не имеем сейчас возможности выразить этот наш вывод количественно, ибо, как мы увидим дальше, во всем дальнейшем изложении,

эти вопросы не охвачены еще числом в той степени, как это необходимо в современной науке.

Но вывод несомненен: то вещество, которое может, хотя бы с маленькой долей вероятности, считаться «оживленным», является небольшой – вероятно, ничтожной – дробью по весу живой материи. Возможно, однако, что такого вещества и совсем нет.

Изучая историю этого вопроса, мы ясно видим, как все уменьшается и уменьшается количество вещества, которое может считаться охваченным жизнью.

Вначале им считался весь организм, потом отдельные большие его органы. «Жизнь» совмещали то с сердцем, то с мозгом. Улучшились методы исследования, и «жизнь» стали связывать с клетками. В многоклеточном организме это были многие проценты по весу¹¹⁴. Но клетки оказались слишком сложными, только части их стали приниматься оживленными и вес их исчислялся небольшой дробью всего вещества организма.

Появилось даже сомнение в том, что и эта дробь существует, т.е. явилось сомнение в существовании материального субстрата жизни.

Такой ход истории ясно указывает, что само представление о существовании особого вещества, одаренного жизнью, не вытекало из научного наблюдения, а проникало в науку извне – создано философскими спекуляциями – и постепенно научным исследованием вытеснялось из научного признания.

95. Еще ярче это выступает перед нами, когда мы перейдем к тем свойствам материального субстрата, одаренного жизнью, который можно допускать существующим, не противореча научным фактам.

В стремлении неразрывно связать с веществом жизненные явления мы в биологии имеем дело в значительной мере не только с отголосками чуждых современной науке философских воззрений, но и с отголосками проявлений научного мирозерцания, стоящего в противоречии с наукой нашего времени. Наше научное мирозерцание никогда не бывает цельным и единым, оно всегда *мозаично*, составлено из отдельных частей, отвечающих разным пройденным периодам развития науки. Мозаично и научное мирозерцание биологов. Между их представлениями о веществе и его свойствах и представлениями современных физиков лежит резкое противоречие. Биологи не продумали и не перенесли в область своей научной работы те совершенно новые физические представления о материи, которые в XX столетии революционизировали эту отрасль знания. Это и понятно, что они теснейшим образом связаны с историческим ходом научного мышления, с необходимой экономией научной исследовательской работы.

Но хотя это и понятно и неизбежно с точки зрения наблюдателя, историка науки, тем не менее мы не можем не считаться с этим фактом при оценке добытых биологами результатов в тех случаях, когда нам надо применять их к другой области знаний – к геохимии.

Биологи стоят сейчас на том представлении о материи, которое было правильно в XVIII–XIX столетиях, когда явления протяженности или представления о молекулах, отражающих свойства видимой и ощущаемой материи, считались незыблемыми. С тех пор в воззрениях науки произошел переворот, все более и более усложняющий наши представления о материи (веществе). Наряду с материей выступили свойства той среды, в которой находятся материальные образования. Эти материальные образования составляют ничтож-

ную часть среды по занимаемому ими пространству. Они сами претерпели изменение и оказались сложными системами. Учение об электронах, о распадении атомов вещества, о квантах и т.д. вносит все большее и большее изменение в представление о материи, и все больше и больше теряется та твердая почва, какую занимает биолог, когда он из наблюдаемых фактов делает вывод о связи жизненности с «материей».

Какие у него есть основания связывать ее с «материей» физиков, а не с другими построениями, одновременно с «материей» проявляющимися в изучаемом нами субстрате, представляющем обычную «материю» обыденной жизни, здравого смысла? Эта материя не есть «материя» современной науки, последняя представляет ее часть, количественно все отходящую на второй план (...)

96. Любопытным образом к этому же самому приводит нас и научный анализ того остатка живого организма, который на основании данных современной биологии может почитаться материей, охваченной жизнью, оживленной материей, отличной от обычной безжизненной материи. Это будут мельчайшие частицы, предел колебания которых невелик: ядро клетки, живые белки ее плазмы, мельчайшие морфологические элементы в клетке или вне клетки.

Несомненно, биологи, принимающие оживленность материи в них, вынуждены придавать этой «оживленной» материи свойства, в сильной степени отличные от обычной материи. Во всех этих представлениях, несмотря на их, как мы видели, различные происхождения, есть резко схожие черты. Очевидно, эти схожие черты не являются случайностью. Они вызваны необходимостью, созданы реальным явлением, той частью живого вещества, для которой мыслимо сохранить представление об оживленной материи, отличной от мертвой.

Общие признаки следующие: 1) размеры всех этих частей материи всегда микроскопически мелкие, и они все уменьшаются по мере того, как мы лучше их изучаем и отделяем от них материю заведомо неживленную, обычную по свойствам. Они все более приближаются по размерам к величине молекул; 2) это ничтожное по весу количество – крупинка – оживленной материи связано в единое целое, охватываемое исходящими из оживленной ничтожной крупинки силами, с веществом мертвым, количество которого, захваченное крупинками, превышает вес крупинок во многие тысячи, может быть, десятки и сотни тысяч раз; 3) химический состав этих крупинок чрезвычайно сложен и, если он связан с жизненностью, он отвечает составу живой материи, т.е. всегда содержит десятки химических элементов; 4) никогда эти крупинки не могут слиться в один большой комок оживленной материи, но многие десятки миллионов крупинок могут соединиться вместе, сохраняя свою индивидуальность неизменной, и составить большой комок живого вещества, в котором опять-таки оживленные крупинки материи будут по весу ничтожной частью; 5) эти крупинки состоят в теснейшем обмене с окружающей мертвой средой, вызывая в ней чрезвычайные изменения, являясь для всех происходящих в этой среде процессов могучим источником энергии, который сохраняется на неизменном уровне, пока крупинка вещества остается живой; 6) при всех этих изменениях свойства крупинки неизменны, и путем размножения они могут давать начало таким же крупинкам, и, наконец, крупинки всегда состоят из смеси веществ, отвечающих разным физическим состояниям материи.

Если мы попытаемся свести эти свойства оживленных крупинок на свойства материи, изучаемые в физике и химии, мы неизбежно придем к заключе-

нию, что эти свойства не отвечают обычной привычной материи и содержат элементы, которые отвечают не веществу, а энергии.

Подобно ионам ионизированного воздуха, катодным лучам и т.п. распадающимся радиоактивным атомам, они одновременно дают нам впечатления как материи, так и энергии. Но они еще более сложны, чем эти простые и очень отдаленные их аналоги.

Поэтому если бы оказалось когда-нибудь, что эти представления верны и что мы действительно имеем в организме дело с материей, находящейся вследствие жизни в особом состоянии, то эта материя оказалась бы обладающей особыми свойствами, резко отличающими ее от обычной материи и сближающей с некоторыми проявлениями энергии в представлении физиков и натуралистов, энтелехии у философов. Одним из самых характерных и важных их признаков являются *всегда ничтожные размеры этих комочков охваченной жизнью материи*. Мы имеем здесь дело как бы с проявлением активированной материи, с которой обычная материя может сравниваться – если только она может – с большой осторожностью^{115–116}.

Но эти ничтожные размеры оживленной материи приводят нас, как мы увидим, и другим путем к тому же выводу, что свойства живого не могут определяться вещественным субстратом и что весь материальный субстрат организма целиком входит в состав живого вещества, геохимическое значение которого подлежит нашему изучению.

97. Для выяснения этого явления необходимо остановиться на анализе *размеров организмов*.

Мы так свыклись с ничтожностью этих размеров в некоторых случаях, что забываем или не замечаем, насколько много в этом удивительного и необычного и какие своеобразные явления производятся благодаря этому живым веществом в земной коре.

Необходимо отметить, и мы еще встретимся с этим позже, что живая материя является тем агентом, который создает на земной поверхности такие частички, пылинки, которые являются мельчайшими возможными на ней дроблениями твердой материи. Мы не знаем сейчас на Земле другой силы, которая производила бы такое же дробление, сравнимое с ее работой. При этом живая материя действует в этом смысле безостановочно. Значение такого дробления в геохимических процессах огромно, особенно если мы обратим внимание на то, что живое вещество чрезвычайно сложно по своему составу и содержит нередко десятки химических элементов. Оно производит работу не только дробления, но и чрезвычайно смешения химических элементов. Нет ни одного химического или физического агента на земной поверхности, который производил бы на ней что-нибудь подобное. Одно нахождение на земной поверхности огромного количества твердой материи в раздробленном состоянии, в наиболее мелких – возможных для материи – размерах и в наиболее сложном составе придает всем земным химическим реакциям особый оттенок большей интенсивности, быстроты и полноты.

Но эта работа живого вещества имеет не только земное, но и космическое значение. Это дробление материи, превращение ее в тончайшую пыль, может быть не безразлично и для того процесса, связанного с пылевым обменом между планетами, которого мне уже пришлось раньше касаться и к которому я вернусь позже.

МИНИМАЛЬНЫЙ РАЗМЕР ОРГАНИЗМОВ

98. Каковы же наименьшие размеры организмов? До сих пор нам эти размеры неизвестны с точностью, но, по-видимому, все указывает нам на то, что мы приближаемся в них к размерам молекул.

Есть ряд указаний на то, что некоторые мельчайшие организмы находятся вне разрешающей способности наших микроскопов и могут быть схвачены только ультрамикроскопом и даже выходят за его пределы¹¹⁷.

Мельчайшие размеры, видные в микроскоп, достигают приблизительно 1/4 длины волны средней части видимого спектра, т.е. 0,25 мкм. Для такого объекта мы можем еще различить структуру¹¹⁸. Но заметить мы можем еще меньший объект, размером до 0,05 мкм. Ультрамикроскоп позволяет отмечать существование объектов между 0,25 и 0,006 мкм, т.е. передвигать еще в 10 раз дальше эту границу.

Уже давно скопились наблюдения, которые позволяют считать, что среди паразитных организмов мы имеем такие, размеры которых лежат за пределами видения микроскопа и, может быть, ультрамикроскопа.

Мысль о существовании таких организмов высказывалась не раз, играла роль в теоретических построениях, например в теориях Негели. Но лишь впервые в 1897–1898 гг. Леффлер и Фрош¹¹⁹ поставили вопрос на более точную базу наблюдений. С тех пор скопились многочисленные данные в этом направлении, которые, кажется мне, доказывают существование этих организмов¹²⁰.

Правда, сейчас в научной литературе делаются возражения против этих наблюдений. Но, обращаясь к анализу этих возражений, легко убедиться, что они основаны не на фактах, а на теоретических представлениях о характере жизненных процессов¹²¹. Для всякого, вдумывающегося в ход истории научного развития, ясно, что они являются проявлением обычного исторического процесса – нежелания принять во внимание новые открытия, грозящие разрушением давно сложившихся представлений. Это мы наблюдаем неуклонно при всяком изменении научного мировоззрения¹²².

Ибо ясно, что многие из довольно обычных представлений должны измениться, замениться новыми, когда сознание существования организмов, близких по размерам к молекулам, станет обычным среди натуралистов¹²³.

Сейчас существование таких ультрамикроскопических организмов, как возбудители целого ряда болезней – желтой лихорадки, перипневмонии рогатого скота, африканской лошадиной болезни и т.д., может считаться более или менее доказанным.

Перед нами открылся целый новый мир организмов, уходящих за пределы наших ощущений. Что это за организмы? Какой их состав? Их отношение к другим классам организмов?

Мы знаем здесь очень мало, но едва ли можно сомневаться, что изучение именно этой группы тел обещает нам величайшие достижения в понимании жизни. По-видимому, сейчас выясняются два факта: 1) что среди этих организмов найдены только организмы паразитические, т.е. живущие за счет живого вещества. Все попытки фон Эсмарха получить сапрофитные организмы этого рода были неудачными¹²⁴; 2) между размерами бактерий и размерами этих организмов есть большой разрыв, который, вероятно, указывает на

непринадлежность этих организмов к бактериям. Бактерии меняются очень сильно в длине, но чрезвычайно мало в ширине, здесь в среднем их размеры колеблются в пределах 1–1,5 мкм. Как отдельные исключительные случаи нам известны бактерии шириной максимум 2,5 мкм и минимум 0,4 мкм. Отсюда ясный скачок к ультрамикроскопическим организмам.

На этих основаниях, может быть, правы те исследователи¹²⁵, которые считают, что ультрамикроскопические организмы представляют не бактерии, а иную группу живой материи, может быть, близкую к животным, а не к растительным телам.

99. Несомненно, проникновение в научное мировоззрение убеждения в существовании мельчайших организмов, которые благодаря своим размерам никогда не могут быть видимы, должно чрезвычайно отразиться на множестве наших идей и представлений. Трудно даже сейчас учесть, до какой степени оно способно изменить наше научное мышление.

Уже и сейчас начинается проникновение последствия этих представлений в научное мышление и в научную работу. Так, сторонники возможности самопроизвольного зарождения жизни указывают, что жизнь зарождается в таких ничтожных по размерам организмах, что доказательства ее существования в морфологически изучаемых формах очень затруднительны¹²⁶.

Так как бактерии питаются этими организмами¹²⁷, мы должны допустить, что в природе происходит «исчезание» жизни – переход живого вещества в форму, ни в каком виде не доступную зрению.

Это исчезание жизни может иногда принимать очень своеобразные формы. Точный, превосходный наблюдатель голландский ученый Бейеринк (1851–1931), изучая мозаичную болезнь табака, думал, что он открыл жидкую среду, содержащую незримые организмы, способные размножаться; облекая мысль в форме старинных представлений, открыл *contagium vivum fluidum*, способный размножаться. И действительно, эти незримые организмы, близкие по размерам и молекулам, в жидкой среде должны представлять своеобразные явления. Жидкости, их содержащие, должны иметь, с одной стороны, характер разведенных растворов, или псевдоразтворов, и распределение в них организмов должно подчиняться, например, законам диффузии. С другой стороны, с точки зрения элементарного химического состава мы, несомненно, встречаемся в этом случае с очень своеобразной средой, в которой эти элементы будут сосредоточены в определенных точках – центрах – жидкой среды. Если состав их отвечает обычной живой материи, количество этих элементов, сосредоточенных в этих точках, должно быть очень велико. Вместе с тем такая жидкость должна и с энергетической точки зрения представлять особенности, для раствора необычные. Отдаленную их аналогию будет представлять ионизированная жидкость.

100. Среди всех этих следствий одно, кажется мне, заслуживает особого внимания, так как оно касается в научной форме труднейших вопросов, стоящих на границе науки и философии, и вместе с тем ставит определенные задачи научному исследованию.

Я говорю о тех следствиях, которые вытекают из того факта, что размеры этих организмов приближаются к размерам молекул или даже атомов.

Впервые в начале второй половины XIX в. научная мысль подошла к решению вопроса о размере молекул. В 1865 г. Лошмидт попытался дать от-

вечающее диаметру молекулы число; другими путями в 1868–1870 гг. та же задача была выражена в числах Стонеем и Томсоном. Эти работы положили основание нашим современным представлениям и мало изменились в течение последующих блестящих десятилетий роста наших представлений о материи^{128–129}. Мы должны теперь только считаться с тем, что молекулы и даже атомы являются огромными телами по сравнению с новыми объектами научных исканий – электронами, корпускулами, зарядами и т.п. Мы здесь остановимся только на молекулах.

Несомненно, что порядок величины молекул, как он определяется физиками, идентичен или близок с порядком, определяющим величину мельчайших организмов.

Диаметр мельчайших организмов *меньше* 0,006 мкм (предел видимости в ультрамикроскопе). Размеры молекул по наиболее правдоподобным исчислениям колеблются в пределах от 0,0005 до 0,002 мкм. *Из этого сопоставления ясно, что мельчайшие организмы должны совпадать по величине с молекулами.*

Отсюда вытекает ряд следствий величайшей важности. Уже Максвелл¹³⁰, ничего не знавший о жизни, недоступной зрению, поставил вопрос о том, сколько «органических» молекул может находиться в мельчайшем организме, объем которого он определял в 0,25 мкм, принимая во внимание, что половина этого организма состоит из воды, которая, по его мнению, очевидно, должна быть отделена от органических молекул. По его исчислениям, в таком объеме должно находиться 60–100 млн атомов кислорода или азота, а так как в каждой органической молекуле содержится не менее 50 атомов, в таком организме не может быть много больше 1 млн органических молекул. Очевидно, при таком небольшом числе молекул такой простой организм ни в коем случае не может быть снабжен какими-нибудь органами.

Этот последний вывод Максвелла в настоящее время, после открытия недоступных зрению организмов или даже бактерий, диаметр которых значительно меньше 0,25–0,1 мкм, требует такой поправки, которая делает его еще более значительным.

Но в вывод Максвелла необходимо внести и другие две поправки: 1) количество воды в организмах никогда не бывает ниже 60%, а обычно 75% и доходит до 99,7%. Следовательно, предполагаемое Максвеллом количество ее, равное 50%, очевидно, должно быть значительно увеличено; 2) помимо воды, большая часть организма всегда состоит из столь же безжизненных частей, как и вода, хотя бы они состояли и из органических соединений.

Оставив пока в стороне эту вторую поправку, примем величину незримо-го организма в 0,005 мкм (не видную в ультрамикроскоп) и количество воды в 75%. В таком случае числа Максвелла для такого организма, несомненно, очень далекого от предела жизни, будут: если мы подсчитаем количество атомов диаметров 0,0005 мкм, которые могут заключаться в кубе (0,005 мкм³) объема, мы получим всего 1000 атомов кислорода или азота. Если же мы примем во внимание, что, как допускал и Максвелл, в каждой молекуле заключается не меньше 50 атомов, то, очевидно, такой организм, еще не самый простейший, может заключать всего около 20 молекул. Из этих 20 молекул только часть может в нем существовать, так как 3/4 по весу его состоят из воды, следовательно, останется едва 5 молекул органических соединений. Из

этих 5 молекул огромное большинство, как уже мы видели раньше, никоим образом не могут быть признаны одаренными жизнью. Мы подходим, таким образом, к тому, что вопрос может идти лишь об одной или немногих молекулах, одаренных жизнью в организме. Это тем более возможно, что в этих исчислениях я принял меньший, а не больший предел для величины атома — 0,0005 мкм, а не 0,0025 мкм. Если же взять 0,0025 мкм, то вывод получится гораздо более резкий.

101. Как объяснить получаемый вывод и на что он указывает? Несомненно, логический анализ легко укажет несколько слабых мест такого исчисления. Прежде всего возможно, что величины атомов несовместимы с величинами молекул. То, что получается в физике, есть величина молекулы, а не атома. Но для такой цели это не имеет значения, ибо ясно, что в очень многих случаях атомы и молекулы совпадают, и, во всяком случае, молекула состоит из ограниченного числа атомов. Ничего нового не внесет, таким образом, в основной результат незначительного количества молекул, составляющих простейший организм.

Возможно было бы и другое предположение, что те числа, какие даются для величины молекул или атомов, преувеличены. Однако мы не можем найти в этих опытах таких указаний, которые позволяли бы думать, что вносимая поправка изменит в заметной степени порядок этих чисел.

Так или иначе, мы вынуждены принять положение, что величина мельчайшего организма, существование которого нам приходится допустить из наблюдений природных явлений, соизмерима с величиной молекул: по порядку числа с их величиной тождественна или близка.

Отсюда, мне кажется, следует с еще большей степенью достоверности и яркости тот вывод, который сделал 40 лет назад К. Максвелл: жизнь не может быть всецело связана с материальным субстратом, и, если есть оживленный материальный субстрат, отличный от обычной материи, он по весу составляет ничтожную часть организма.

Но при таком сопоставлении молекул и мельчайших организмов перед нами выступает другой вопрос, на значение которого я указывал раньше. Наше знание о материи всецело основано на изучении сходств совокупности молекул. Переносить полученные этим путем свойства на свойства одной молекулы (или атома) мы не имеем научных оснований.

Одна молекула или атом или небольшое их количество не только могут, но и должны обладать такими свойствами, которых мы не наблюдаем в изучаемой нами материальной среде, составленной из большого их количества.

Этот же вывод мы можем всецело приложить и к оживленной материальной среде организма, раз только она составлена из небольшого количества атомов или молекул.

102. Этот вывод сохраняется во всей своей полноте и в том случае, если мы ограничимся в своих суждениях только видимыми в микроскоп или ультрамикроскоп организмами, в существовании которых никто не сомневается, например организмами, диаметр которых приближается к 0,006–0,01 мкм.

Наименьшими видимыми вполне развитыми организмами являются *бактерии*. Наименьшими из них, точно изученными, являются бациллы лифмоснезы длиной около 0,5 мкм и шириной 0,2 мкм и один из микрококков, описанный Кохом (0,15 мкм диаметром)¹³¹. По-видимому, еще меньше вели-

чина спирилл, которые при тысячном увеличении оказываются толщиной в волос¹³² и видны только благодаря своей длине и характерной винтообразной форме. По Шаудину, *Spirochaeta pallida* имеет ширину неизмеримо тонкую, и в самых толстых экземплярах она не доходит до 0,25 мкм. Есть измерения фон Эсмарха в 0,1 мкм для одной из спирохет.

К величине бактерий подходит величина некоторых животных организмов из Protozoa, по крайней мере в величине своих спор.

Если мы линейные размеры этих организмов переведем в объемы, то получим ничтожные размеры тел. Средний объем клеток человеческого тела исчисляется в 0,000008 (т.е. $8 \cdot 10^{-6}$) куб. мм. Объем бактерий будет еще меньше. Для микрококка, описанного Кохом, этот объем будет равен $8 \cdot 10^{-19}$ куб. мм! И в этом ничтожном кусочке вещества, несомненно, только небольшая его часть может считаться состоящей из материи с особыми свойствами, если мы захотим признать существование особой жизненной материи. Очевидно, эти количества материи будут ничтожными, тогда как главная составная часть вещества организмов не обладает никакими особенными жизненными свойствами. Несомненно, не менее 75–85% по весу их состоит из воды, из остальных же 25–15% тоже большая часть будет приходиться, как мы видим, на газы, жидкости, оболочки, запасные вещества и т.д., едва ли много процентов (1–2), может быть, и того меньше, по весу бактерии можно отнести к этой предполагаемой оживленной материи. Мы, очевидно, подходим этим путем к размерам молекул твердых тел, особенно к большим молекулам сложных органических соединений. К тому же эти живые молекулы должны были бы одновременно отличаться от обычных молекул тем, что они являются не только индивидами вещества, но и своеобразными центрами энергии, и в то же время по химическому и физическому составу быть гораздо более сложными. Оставляя пока эту сторону вопроса, необходимо отметить, что допущение в бактериях особых материальных частей, отличных по свойствам от остальной материи, входящей в их состав, неизбежно приводит к заключению, что эти части выходят за пределы возможностей микроскопа, т.е. приближаются к ультрамикроскопическим организмам.

103. Еще резче, может быть, приходится прийти к этому же заключению, если обратиться к той стадии самостоятельного существования организма, какую представляют семена, споры, яйца и живчики организмов. Их размеры и вес так малы, что они выходят за пределы зрения, хотя есть все основания допускать наличие в них особых по свойствам веществ.

Правда, в спорах и семенах значительно меньше воды, чем в обычной клетке, но зато они – а равно яйца и живчики – переполнены запасными веществами, составляющими иногда более 90% их по весу.

Семена, яйца, живчики и споры больше бактерий. Однако среди них есть такие тела, которые приближаются к ним по размерам.

Среди спор растений наименьшими являются, кажется, споры пикнидий некоторых грибов. Из них, кажется, наименьшими являются споры *Phyllosticta*. Для *Phyllosticta fourrodes* Sacc. мы имеем длину 1–1,5 мкм, ширину 0,5–1 мкм, для *Phyllosticta libertiana* Sacc. – длину 1–1,6 мкм, ширину 0,7–1 мкм, для *Oospora perpusilla* Sacc. – споры диаметром 0,7–1,5 мкм.

Среди животных организмов очень малы споры некоторых *Microsporidia* из Protozoa; так, ширина споры *Nosema bombycis* 1,5–2 мкм при длине 3 мкм,

Nosema lophius тоже имеет ширину 1,5 мкм (3,5 мкм длины). Очень вероятно, что здесь не достигнут еще предел, а есть споры еще меньшие.

Очевидно, и здесь, если существует особая оживленная материя, она будет выходить за пределы наших микроскопов. Ибо в спорах заключается огромное количество запасных – явно неоживленных – веществ, и зародыш составляет ничтожную часть их веса.

Для семян есть попытки исчисления их веса. Мы получаем этим путем ничтожные массы вещества. Так, для рододендронов – *Rhododendron* – 0,0056 мкг, для семян одной из орхидей 0,002 мкг, для грушанки одноцветной 0,004 мкг. Едва ли это минимальные числа, а между тем в этом веществе, может быть, какая-нибудь сотая часть вещества по весу может возбуждать сомнение с точки зрения ее принадлежности к обычной материи. Мы подходим здесь к весу наиболее тяжелых больших молекул, к миллионным долям миллиграмма: для орхидей $2 \cdot 10^{-5}$ мг.

К тем же пределам мы подойдем и в животных организмах. Вес яйцеклетки человека исчисляется в 0,0042 мкг. Мы знаем, что и в ней большая часть ее вещества состоит из запасных веществ. Какая часть принадлежит к той биоплазме, по отношению к которой может быть поставлен вопрос о ее оживленности? А яйцеклетка человека далеко не наименьшая из яйцеклеток животных! (ф. 518, оп. 1, д. 49, л. 72–106).

Глава пятая

ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО И ОСОБЕННОСТИ ЕГО ИЗУЧЕНИЯ В ГЕОХИМИИ

Неразрывная связь живого и мертвого. Определение живого вещества. Свойства однородного живого вещества как видовой признак. Механические смеси однородного живого вещества.

Социальные и рассеянные однородные живые вещества. Органические смеси. Изменение однородного живого вещества во времени. Биологический элемент времени. Периодические изменения однородного живого вещества. Состав живого вещества. Сторонние организмы в элементах однородного живого вещества.

Индивид как элемент живого вещества.

Постороннее вещество в однородном живом веществе. Неживая часть организмов в однородном живом веществе. Биологические разности живого вещества. Половые разности однородного живого вещества. Смена морфологически различных поколений. Социальные разности однородного живого вещества.

Живое вещество в геологическом времени.

НЕРАЗРЫВНАЯ СВЯЗЬ ЖИВОГО И МЕРТВОГО

104. Точно так же, как отделяют резкой гранью человечество от прочей живой материи, нередко отделяют всю живую материю, составляющие ее организмы, от окружающей среды. Забывают, что с мертвой материей – средой – организм связан *неразрывно*. Можно отделить его только мысленно. Отделив мысленно организмы от окружающей среды и не принимая ее во внимание, мы изучаем организмы в совершенно абстрактной, не отвечающей действительности обстановке. При таком отделении мы изучаем не природ-

ный организм, а абстракцию, часть организма, мысленно поставленную в невозможное в природе положение.

Забывается принцип неразрывной связи живого и мертвого – та неразрывная, ни на секунду не прекращающаяся связь, которая существует между организмом и внешней средой, в которой живет организм – жизненный вихрь материи, на который указывал Кювье, тот вихрь, который пронесет химические элементы среды через организм – одни из них оставляет, другие возвращает во внешнюю среду. Организм составляет неразрывную часть земной коры, есть ее порождение, часть ее химического механизма, через который проходят во время жизненного процесса химические элементы. Лишь в исключительных случаях, в спорах и зернах, во время анабиоза и т.п. ослабляется или прекращается связь живого организма и некоторых стадий его развития с внешней средой, но тогда организм являет для нас все признаки не жизни, а смерти, в данном случае мнимой.

Неведомая нам до сих пор в своей основе «жизнь» регулирует «жизненный вихрь» материи, проходящей через организм. Она меняет для вещества, для всех входящих в организм и строящих его химических элементов условия их химических равновесий. Живая материя является совершенно особой химической областью в химии земной коры. В ней все химические явления меняются, создаются многие сотни тысяч (надо думать миллионы) разнообразных, нигде в других условиях на земном шаре неизвестных химических соединений, могущих существовать совместно только в живом веществе, однако лишь при одном условии – при его неразрывной материальной и энергетической связи с внешней космической средой.

В живой материи, в каждой ее клетке, в мельчайших ее неделимых, даже в соизмеримых по размерам с длиной световых волн, идет постоянный молекулярный обмен химических атомов и отдельные химические соединения постоянно в ней возрождаются, исправляются, т.е. в них идет вихрь сменяющих друг друга химических атомов.

Смерть вносит прекращение этого движения и быстрое разрушение при жизни существующих соединений. Это резкое влияние смерти было правильно подчеркнуто Шталем, как то чудо, которого мы не замечаем, потому что мы к нему привыкли. Он пытался лишить его этого особого положения, ввести его в рамки научной работы, создавая понятие жизненной силы, судьба которой в истории науки не отвечала ее идейному генезису. С состоянием смерти в живой материи, в химических ее процессах наступают новые условия. Но связь с внешней средой не прекращается. Созданные в живой среде химические соединения распадаются, медленно переходят в устойчивые формы коры выветривания. Химические элементы дают новые соединения – минералы, количество которых исчисляется не сотнями тысяч и миллионами, а немногими тысячами.

Эти природные соединения мертвой природы немедленно вновь охватываются живым веществом, и их элементы снова попадают в жизненный вихрь. Идет непрерывный круговой процесс.

Ясно, что *организм есть часть большого механизма*— земной коры, неразрывно и теснейшим образом с ним связанная.

Если мы тем не менее в биологических науках изучаем организм отдельно от среды, забываем об этой связи и постоянно идем в науке этим путем,

то это вызывается не только удобствами научной работы, экономией научной мысли, но и тем, что аксиома о неразрывной связи живого и мертвого в земной коре достигнута и входит в науку извне, не является результатом научно-го наблюдения, опыта и обобщения.

Если, однако, мы должны это делать без особенно вредных последствий в большом количестве биологических изысканий, мы не можем резко отделять организм от окружающей его мертвой среды в геохимии. Объект изучения биологии – живое вещество – должен быть изучаем в тесной и неразрывной связи с некоторым количеством вещества внешней среды, необходимого для жизни, не позволяющего наступления смерти, ибо иначе изменятся подлежащие изучению химические процессы.

В живом веществе необходимо охватить не только организм, но и ту часть окружающей его и связанной с ним мертвой материи, внешней среды, которая, безусловно, необходима для жизни организма в определенный короткий промежуток времени и которая геохимически неотделима от организма, участвует во всех его химических реакциях, ими определяется и изменяется в своем составе.

105. Очень трудно определить, какая часть мертвой среды неизбежно этим путем входит в живое вещество и должна быть принята для изучения его как составная часть. Во всяком случае, ясно, что надо принять в состав живой материи: 1) те газы, которые должны находиться в организме в *данный* определенный промежуток времени для того, чтобы организм мог существовать, был живым; 2) то количество пищи, которое в среднем находится в его областях в данный момент (под пищей приходится понимать и те вещества, которые при этих процессах только проходят через организм, но им не усваиваются, например ту землю, которая проходит через пищеварительный аппарат червей или гусениц). Эта пища, земля и т.п. непременно должны при- считываться к весу организма как часть живой материи, ибо без них живой организм не может существовать; 3) то же самое должно быть принимаемо по отношению к водным организмам. Необходимо принимать во внимание то количество жидкости, воды данного состава и данных физических свойств, которое связано с организмом для того, чтобы он мог в данный промежуток времени существовать.

Во всех этих случаях мы, конечно, вносим в наши рассуждения некоторый условный элемент – ограничиваем это стороннее организму вещество тем его количеством, которое необходимо для поддержания жизни в течение очень короткого времени – периода нашего изучения. Мы увидим позже, что есть известный промежуток времени, имеющий биологическое значение, который может быть нами признан исходным. Но все же наша единица времени будет несколько условна. Но эта условность неизбежна. В конце концов общая сумма организмов, живая материя, полученная этим путем, будет представлять нечто весьма определенное. По весу она будет превышать вес организмов на совершенно определенную величину, связанную с жизнедеятельностью организмов, т.е. с геохимическим их эффектом. Тот добавок, который получается этим путем, определяется характером и интенсивностью их жизнедеятельности: их жадностью к пище, силой их дыхания, емкостью тела организмов для газа и воздуха, величиной их поверхности, смачиваемой водой, и т.д. Все безжизненное вещество, которое этим путем прибавляется

к организмам, теснейшим образом связано с живой материей всеми своими химическими процессами и с геохимической точки зрения от организма неотделимо.

106. Через эту часть безжизненной материи, которую мы включаем в состав *живого вещества*, ближайшую к организму, организм поддерживает теснейший обмен и связь со всем его окружающим, с безжизненной мертвой средой. Но связь с этой средой на этом не кончается. Организм не только извлекает из безжизненной среды все элементы своего вещества, разрушая и изменяя мертвые ее соединения, он после смерти и даже в течение жизни постоянно возвращает в эту внешнюю среду взятое из нее вещество.

Мы имеем здесь выделения организма разного рода – газы дыхания, пот, запахи, экскременты, мочу и т.д. Эти выделения постоянно идут, теснейшим образом связаны с химическими процессами, идущими в организмах, и не менее тесно связаны с окружающей организм внешней средой. Куда мы должны относить эти вещества, к живой – в нашем смысле – материи или мертвой?

Несомненно, при взвешивании организмов мы всегда в организме взвешиваем некоторое количество этих выделений, и нет организма, где бы их уже не было. Эта их часть, несомненно, для нас совершенно неотделима от живой материи. Но и остальная часть выделений, безусловно, должна быть причислена к живой материи, так как она по своему происхождению с ней связана, ею выделяется в окружающую безжизненную среду, несет в себе соединения, выработанные в организме, и энергию, им собранную, без организма эти образования на Земле не существуют.

Эти выделения, таким образом, хотя и лишенные жизни, мертвые, теснейшим образом быстро смешивающиеся с мертвой материей, должны быть нами причисляемы к *живой материи*. Мы будем рассматривать их как ее часть.

Мы увидим, что этот вывод, который на первый взгляд кажется странным, имеет все основания еще и потому, что эти остатки немедленно утилизируются новыми живыми организмами, нередко проникнуты ими насквозь и потому неотделимы для нас от живой материи в тесном смысле этого слова. В них не зарождается жизнь самопроизвольно, как некогда думали, но жизнь находит в них среду, чрезвычайно благоприятную для развития ее представителей. И это не является случайностью.

107. На этом, однако, область живого вещества не заканчивается. К нему должны быть причислены и все отмершие и потерянные организмами части их тела – ветви, опавшая листва, куски кожи, невидный, но постоянно теряемый слой эпителия покровов, шерсть, пух и т.д. – все то, что случайно или закономерно отпадает от организма в течение его жизни. У огромного количества животных мы имеем приспособление для линьки, для смены кожи, у растений – листопад. Количество вещества, этим путем выделяемого, превышает нередко в конце концов вес организма. Эти все части медленно умирают, постепенно переходят в части трупов. Они несут соединения и энергию живого вещества, им выработаны, им вносятся в мертвую среду. И хотя они скоро перестают быть живыми, быстро или медленно переходят в обычные тела безжизненной природы, они по своему происхождению и идущим в них химическим реакциям ей чужды и не могут быть причислены прямо без оговорок в мертвую безжизненную природу. Придет время, их вещество

перейдет в ее соединения, но, если мы хотим учесть геохимическое значение живого вещества в земной коре, мы прежде всего должны определить в ней его массу и энергию. Масса же и энергия этих отпавших частей организмов принадлежат к живому веществу. К тому же все эти части организмов немедленно заполняются жизнью, новыми спорофитами – организмами, которые на них поселяются, их перерабатывают и их изменяют.

То, что верно относительно отмерших частей организмов, в той же самой степени верно и по отношению к самим организмам после их отмирания, к их трупам. Эти трупы – по тем же соображениям – должны быть причислены к живой материи.

В этом утверждении нет никакого противоречия или, вернее, есть только противоречие словесное. Если бы мы не захотели идти по тому логическому пути, по какому сейчас шел я, мы все равно причислили бы все эти трупы и все эти отмершие части к живой материи. Ибо они всегда – в среднем – насыщены разнообразными организмами, до конца использующими находящиеся в них соединения для жизни. В среднем масса и энергия всех этих организмов в конце концов будут равны массе и энергии трупов и отмерших частей. Лишь небольшая, может быть, постоянная часть их ими не используется.

Таким образом, мы включаем в живое вещество: 1) все живые организмы, животные и растительные, в том числе и все человечество, существующие в данный момент, 2) всю ту часть вещества окружающей их среды – жидкой, твердой или газообразной, которая, безусловно, необходима для сохранения ими жизни в короткий, но определенный промежуток времени наблюдения (к определению которого я вернусь ниже), 3) все выделения организмов, находящиеся вне организмов в земной коре в тот же промежуток времени, 4) все отмершие и отмирающие их части, находящиеся в тот же промежуток времени вне их, и, наконец, 5) все трупы организмов и их остатки, находящиеся в тот же промежуток времени на земной поверхности. Мы будем всех их считать одинаковым проявлением массы, состава и энергии живого – а не мертвого – вещества.

108. При таком понимании живого вещества необходимо рассмотреть некоторые биологические явления, которые не могут быть оставлены нами без внимания.

Эти явления связаны с чрезвычайно резким изменением в организмах в известных стадиях их жизни тех функций, которые являются исходными в нашей характеристике живого вещества, – функций дыхания, питания, выделений организмов и т.д.

Это выражается, во-первых, в резких различиях в интенсивности проявления данных жизненных функций и, во-вторых, в резком изменении благодаря этому самого живого вещества для одного и того же вида организмов на разных стадиях их жизни.

Это связано с тем, что мы среди организмов встречаем такие состояния, которые свойственны отдельным их группам, когда всякие внешние проявления жизни замирают или же чрезвычайно ослабляются. В обыкновенном зерне или споре растений мы имеем яркий пример первого рода, названный Клодом Бернаром «*vie latente*». Зерно или спора являются живыми, но могут неопределенно долгое время, по-видимому иногда многие столетия, находиться в замкнутом состоянии, вне всякого вещественного обмена с окру-

жающим. Их геохимическое значение в этом случае ничем не отличается от остальной мертвой материи, от которой их не отделяют и некоторые современные натуралисты-философы.

109. Во всех этих случаях мы встречаемся с чрезвычайным изменением интенсивности жизни одного и того же организма в связи с изменением среды или стадий его развития. При таких больших колебаниях делается очень трудным для некоторых организмов, а иногда и для группы организмов точно исчислить отвечающее им живое вещество. Понятие видового живого вещества, т.е. живого вещества, отвечающего данному виду, является слишком колеблющимся и сложным, не вполне однородным как раз с точки зрения тех явлений, которые имеют значение в геохимии, т.е. тех сторон жизни организмов, которые влияют на изменение внешней среды. Очевидно, масса, состав, энергия организма в стадии анабиоза или в сухом состоянии резко отличаются от состава, веса и энергии того же организма в стадии полного его проявления в окружающем. Состав, вес и энергия деревьев нашего леса зимой и летом резко различны. Когда же надо брать их для получения необходимых нам данных для построения живого вещества?

Очевидно, раз мы включаем все такие состояния в живое вещество, мы должны так его учитывать, чтобы оно охватило жизнь организма во всем его целом. (...) Очевидно, они должны понижать общую энергию видового живого вещества, причем это понижение сказывается в резко сезонном изменении количества живого вещества для птиц, гнездящихся один раз в год. Точно так же для целого ряда организмов отвечающее им живое вещество резко меняется в течение того или иного цикла времени. Оно меняется, например, для организмов, характеризующихся сменой поколений (или метаморфозом) в течение одного года или многих лет, меняется для нашей растительности зимой и летом, для многих растений в зависимости от влажности и т.д. Полное представление о живом веществе этих организмов мы получим, лишь измеряя и изучая его на долгом промежутке его изменений, при разных условиях внешней среды. В случайный по отношению к их биологии, всегда небольшой промежуток времени мы получим для них колеблющиеся различные числа. Однако ясно, что это не будут действительно случайные числа.

Эти изменения, несомненно, закономерны. Как мы увидим дальше, они связаны со многими очень любопытными соотношениями явлений жизни, которые мы скорее можем наметить, чем разрешить. Но все они еще сильнее и ярче подчеркивают нам основной принцип – принцип непрерывной связи живого и мертвого, всепроникающей в жизнь в самых разнообразных и глубоких ее проявлениях.

Такая неразрывная связь живого и мертвого отвечает извечному наблюдению и народному опыту [XIII] (ф. 518, оп. 1, д. 49, 19–27).

*Nothing in this world is single,
all things by a law divine
In one another's being mingle.*

Shelley

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА (РАЗНОЕ ПОНИМАНИЕ ТЕРМИНА «ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО»)

110. Мы уже видели, что в геохимических явлениях приходится иметь дело не с отдельным организмом, а с их совокупностью.

Во всем дальнейшем изложении я буду называть *живым веществом* совокупность организмов, участвующих в геохимических процессах. Организмы, составляющие совокупность, будут являться *элементами живого вещества*. Мы будем при этом обращать внимание не на все свойства живого вещества, а только на те, которые связаны с его массой (весом), химическим составом и энергией. В таком употреблении «живое вещество» является новым понятием в науке. Однако я для него сознательно не пользуюсь новым термином, а употребляю старый – «живое вещество», придавая ему не совсем обычное, строго определенное содержание.

Несомненно, есть неудобства в употреблении старого термина в определенном новом значении, ибо оно может вводить в недоумение.

Однако введение нового термина, нового неологизма, мне представляется еще менее удобным.

Науки, особенно биологические, переполнены неологизмами, в конце концов приводящими не к проявлению понимания явлений, но к их затемнению. Создавая новый термин наряду с ранее существующими, мы тем самым оставляем в стороне работу над углублением и уточнением в понимании старых терминов. К тому же, к сожалению, история науки показывает нам, что всякий неологизм, подобно всем другим научным терминам, скоро теряет свою ясность, становится различным в понимании разных исследователей и, не вытесняя окончательно старого термина, создает новые проблемы, нередко чисто логического, а не реального значения. Ввиду того, что термины в науках о природе не вытесняют старого, следует очень осторожно вводить их в науку и делать это только тогда, когда нельзя использовать существующий термин. Как раз в данном случае среди различных пониманий старинного термина «живое вещество» есть такие особенности, которые делают его очень удобным в тех проблемах, которые рассматриваются в этом трактате. Термины «живое вещество», «живая материя» и аналогичные «органическая материя» ученых начала XIX в. или «организованная материя» ученых XX в. не есть что-нибудь определенное. Они разными лицами и в разные времена понимаются различно. Общего согласия в употреблении этих терминов нет и не было. Оставляя в стороне оттенки, можно заметить два главных понимания этого термина.

Во-первых, под именем живого вещества (материи) подразумевают вещество, обладающее жизнью как некоторым ему присущим свойством, подобно тому как говорят о радиоактивном веществе, весомом веществе и т.п. Такое понимание термина вещества было введено в науку и в научное мировоззрение материалистическими философскими концепциями Мира в XVIII

столетии и одно время было господствующим представлением и в научном употреблении этого понятия.

В философской литературе боролся в конце XVIII столетия, в самом начале XIX в., исходя из этих представлений, против термина «живое вещество» Кант, который пытался подойти к критике этого понятия логическим путем, указывая на противоречие понятий «живого» и «материи», для которой он принимал наиболее характерным признаком «инерцию», т.е., в сущности, безжизненность. Однако все такие логические возражения, очевидно, не могут иметь значения, так как и сами понятия «материи» и «инерции» не являются чем-то прочным. Для нас сейчас воззрения Канта на материю и инерцию являются во многом противоположными пониманию этих явлений в науке. Поэтому и противоречия между кантовскими о них представлениями и загадочным – и для современной науки, и для Канта – явлением жизни, живого теряют для нас какое бы то ни было убедительное значение. Возможно, что таких противоречий не будет, раз только мы возьмем какие-нибудь иные, не кантовские понимания материи современной физики и инерции современных механиков и философов.

К тому же уже во время Канта термин «живая материя» подводился философской и научной мыслью и к другой концепции, чем та, которая легла в основу представлений Канта в связи с иным представлением о материи.

Этот термин понимался так, что его могли употреблять и употребляли не только материалисты, но и их философские противники – виталисты. Живая материя в этих представлениях также могла рассматриваться как особая разновидность материи, подобно, например, современной идее материи радиоактивной.

Так, мы видим своеобразное понимание живой материи, входящей в эту категорию логических представлений, в понимании живого и жизни у Бюффона, приближающегося к лейбницевскому представлению о монадах и отличающего организованные молекулы, строящие живое, от обычных молекул, строящих мертвое.

Очевидно, для живой материи Бюффона жизнь являлась ее свойством, так же как радиоактивность является свойством радиоактивных веществ, атомы которых находятся в состоянии своеобразного независящего от внешней среды распада.

В XIX в. в той или иной форме принимали такую живую материю наряду с материалистами такие виталисты, как, например, Рейль, очень известный в свое время ученый-врач и натурфилософ (1759–1813) («жизненная материя» – *lebendiges Stoff*), или еще более крупный физиолог И. Мюллер. Мюллер употреблял название «органическая материя», а не живая материя, но по существу эти термины идентичны.

В этих представлениях виталистов и материалистов и примыкающих к этим философским концепциям ученых мы видим по существу одно и то же понимание живого как *проявления материи*, ибо и признание существования особой жизненной силы у виталистов отнюдь не противоречит такому рассмотрению жизни. Жизненная сила может быть в известных случаях столь же свойственна материи, как какая-нибудь молекулярная сила. Виталисты этого типа принимали гипотезу жизненной силы лишь благодаря их сознанию, что известные другие силы, проявляющиеся в безжизненной материи, недоста-

точные для объяснения жизни и живого. Из изучения истории идей даже ясно, что генезис ряда виталистических воззрений связан именно с таким пониманием жизненной силы, а не с анимизмом стилия, как это считают некоторые, и что, например, многие французские виталисты-медики конца XVIII – начала XIX столетия являются яркими выразителями именно такого своеобразного материалистического представления о жизни.

Несомненно, что было бы ошибкой употреблять термин «живое вещество» в том смысле, какой вводится мной в область моих исследований, если бы все разнообразные его понимания указанного только что характера были действительно и сейчас живыми и активными в научном сознании. Ибо живая материя, как она выражается в геохимических процессах, никоим образом не может быть сведена к этим представлениям. Но мне кажется, что такие понимания являются сейчас замирающими остатками прошлого в современном научном мировоззрении. Ученые все более и более от них отходят, и отходят быстро. Едва ли кто сейчас будет толковать о живом белке, как это еще недавно было в большом ходу. Сейчас представления о жизни как свойстве некоторых форм материи, неразрывно и теснейшим образом с ними связанным, проявляются главным образом в популярной научной, философской и публицистической литературе, обычно всегда некоторое время идущей по пути, оставленному живым научным творчеством. Их отголоски и переживания мы наблюдаем и в некоторых философских системах, имеющих еще своих верующих. В науке мы редко видим их серьезных защитников в XX столетии. Только среди физиологов и зоологов-экспериментаторов, например Леба, мы наблюдаем живой пережиток этих воззрений, но и здесь область его приложения постепенно сжимается, и в то же самое время их представление о живой материи усложняется и более или менее ясно сливается с господствующими сейчас в науке агностическими представлениями о жизни как организованности.

В конце XIX столетия по анкете Кюне почти все физиологи являлись сторонниками физико-химического понимания явлений жизни, иное представляли натуралисты. Прошедшие с тех пор двадцать с лишком лет, несомненно, изменили в значительной мере и представления физиологов. Но даже и при замирании этих представлений, при их окончательном отходе, термин «живое вещество» останется в науке. Ибо «живая материя» имеет издавна и другой смысл. Живой материей давно называется вообще материя, охваченная жизнью, причем совершенно не предreshается вопрос о том, явится ли загадочная нам жизнь особым свойством этой материи, новой формой энергии или каким-то особым проявлением в мироздании – не материей и не энергией, а, например, энтелехией Дриша и его последователей. Живой материей мы будем называть ту материю, которая включена в тело организма и которая благодаря этому изменена в тех химико-физических процессах, которые служат ее проявлением. В этом смысле употребляют нередко название живой материи – *matière vivante* – философы, химики и биологи, как, например, Дюкло или Готье, воспитанные в кругу идей французской культуры, и такие философы с широким охватом биологии, как Ле Дантек или Бергсон.

Ученые и философы, обращающие особое внимание на морфологические проявления живой природы, обычно не пользуются этим термином, а выдвигают

гают такие, в которых на первое место выступает автономия или морфология организма.

Для таких ученых, т.е. для большинства биологов, такое употребление термина «живое вещество» кажется чуждым и неудобным. Совсем иное значение он получает в глазах геохимика.

Имея дело в геохимии с химическими и физическими процессами, нам важно изучать именно новые проявления материи, которые существуют в ней тогда, когда она захватывается организмами, но не важны свойства самих животных организмов. Поэтому нам мало дают те понимания живого и жизни, которые в последнее время заменяют старые материалистические представления о живом как свойстве материи. В 1860-х годах Брюкке выдвинул как характерный признак живого организованность. Брюкке не ввел в науку что-нибудь новое. Он вновь восстановил в памяти современников старые представления, обычные среди философов и натуралистов конца XVIII – начала XIX столетия. Мы встречаемся с ясным выявлением этого понимания в натурфилософских трактатах Шеллинга и Ламарка. Уже в 1818 г. Шопенгауэр абсурдом считал положение, что «*große Materie lebt*», ибо жизнь обозначает быть организованным (*Organisch sein*).

Представления Брюкке не сразу повлияли на современников, но с последней четверти XIX столетия мы видим неуклонное, все более полное проникновение их в научную среду. И в настоящее время они являются господствующими в биологии.

В сущности, в это понимание жизни, точно так же, как в рассматриваемом понимании живого вещества, не внесено ясного указания на характер явлений, с ней связанных. Одинаковым образом сюда могут быть включены и неовиталистические течения (Рейнке, Дриш), признающие в жизненных явлениях проявление новых форм сущностей, отличных от физико-химических сил, и течения физико-химического характера, принимающие эту организованность как проявление новых форм энергии (Оствальд), новых молекулярных сил (Леманн) или комбинаций, уже известных нам и в мертвой материи физико-химических сил. Здесь выдвигается главным образом морфологический признак, первостепенный и почти исключаящий другие признаки в современной биологии.

Оба эти представления о жизни как об определенном образом организованном явлении в природе и о живой материи (в указанном смысле) не содержат никаких гипотез о жизни и далеки от ее объяснения. Они дают лишь описание явления. Это ясно для термина «живая материя», но часто забывается для термина «организованность». Несомненно, такое положение может держаться в науке только временно. Мы должны будем связать их, в частности «организованность», с общими учениями о материи и об энергетике в том или ином ее проявлении, с которыми сейчас они никак не объединены, ибо мы не можем остановить нашу мысль на искусственной границе, которая создается какими бы то ни было проявлениями агностицизма – убеждениями, которые одно время блестяще выразил Дюбуа Реймон в своих «*Ignorabinus*». Мысль человека никогда не остановится ни на том понятии живого вещества, которое мы кладем в основу нашей работы, ни на том представлении о жизни как об организованности, которое получает сейчас такое широкое проявление.

ние в биологии. Она будет искать научного объяснения, которого нет в этих терминах.

Но для каждой работы такие далекие от объяснений определения в известные периоды ее развития представляют большие удобства, ибо они избавляют научную мысль от метафизических построений и в то же время позволяют координировать научный материал в удобные для научного охвата рамки. Сейчас, мне кажется, мы переживаем как раз такой период в истории мысли в биологических науках. Как здоровая реакция против проникновения в них метафизических концепций могут быть рассматриваемы эти неопределенные и не заключающие гипотез представления о живом, как живой материи в указанном смысле или организованности. Из этих двух исследований – одинаково временных – в геохимии можно выбрать только первое.

Геохимик изучает жизнь и живое не с точки зрения их автономности, связанных с этим функций и форм, он изучает лишь то вещество (и связанную с ним энергию), которое в химии Земли входит в круг проявления живого. В термине, им употребляемом, он отказаться от вещества не может. Употребляя термин «живое вещество» в указанном смысле и сводя его на массу, состав и энергию, мы увидим, что этот термин совершенно недостаточен для целого ряда основных научных вопросов и будет требовать поправок и изменения лишь при переходе к таким проявлениям живого, которые выявляют нам какие-то неизвестные для нас в мертвой природе свойства. С такими свойствами мы встретимся только в некоторых определенных случаях, наименее сейчас изученных в геохимии. Таковы, например, вопросы, связанные с влиянием сознания человека на геохимические процессы, к которым я вернусь ниже.

⟨...⟩ При современном состоянии наших знаний в этой области мы не можем, однако, пользоваться ими для создания новых биологических концепций, но, исходя из определенного понимания «живой материи», будем вносить поправки, когда оно окажется недостаточным.

111. Живое вещество бывает *разнородное* и *однородное*. Разнородным живым веществом будем называть то, которое состоит из организмов разных видов или рас. Однородное живое вещество будет состоять из организмов одного и того же вида или расы.

В геохимии нет надобности идти дальше вида и принимать во внимание однородные живые вещества более обширных частей организованного мира, например роды, семейства и т.д.

Ибо по характеру явлений, наблюдаемых в геохимии, родовое однородное живое вещество не имеет никакого значения, так как понятие рода, не говоря уже о более широких представлениях о семействах, подсемействах, классах, порядках и т.п., захватывает слишком различные части живого вещества, обычно совершенно не связанные между собой в природных условиях. Идя этим путем, мы стали бы искусственно соединять воедино то, что в природе разъединено. Так, в очень многих случаях множество видов одного и того же рода никогда не наблюдаются вместе, одновременно, в одном месте, так как всегда принадлежат к разным фаунам или флорам, в которых они заменяют друг друга. Различие между видами, составляющими род, должно быть чрезвычайно велико и химически, ибо весьма вероятно, что виды отличаются

весьма резко по своему химическому составу, как это мы можем видеть даже и сейчас, например для разных видов *Viola*, *Helix* и т.п.

Неделимые рода в значительной мере ничем не связаны между собой, если мы возьмем неделимые разных видов. В лучшем случае, если род установлен правильно, мы имеем в нем совокупность особей, предки которых когда-то, в былое время, составляли генетически одно целое. Ясно отсюда, что, объединяя вместе неделимые разных видов в одну совокупность, в одно целое, мы не получили бы никакого представления о реальном явлении в природе с точки зрения изучаемых нами явлений, а только бы затемнили область нашего изучения. Только относительно редко – в переменных сгущениях живого вещества – в стаях и стадах организмов имели мы природные естественные совокупности особей одного и того же рода, но и в этих случаях из многих видов объединяются немногие, не все, и одновременно существуют такие же разнородные стада или стада, в которые входят особи разных родов.

Род является для нас, таким образом, с точки зрения геохимических процессов понятием более логического, чем реального, характера. Но даже и с логической точки зрения однородность рода может возбудить сомнения. Так, неясна его однородность генетически. Виды палеонтологические в геологическом времени рисуются нам сейчас в виде параллельных линий, уходящих вглубь, а не в виде расходящихся от одного корня ветвей. Полифилитическое происхождение организмов имеет за собой сейчас в воззрениях натуралистов широкую почву фактов. Явления конвергенции видовых рядов могут приводить независимые генетические линии видов к одному нашему понятию рода. И хотя это отрицается или сильно ограничивается одними палеонтологами, например Деперэ, оно принимается как широко возможное другими, например Штейнманом. Если даже допустить, что Штейнман преувеличивал такую разнородность рода, например, в группе аммонитов, где он видел ее широкое проявление, необходимо иметь в виду, что даже такие палеонтологи, как Деперэ, очень сомневаясь в этом, допускают возможность этого явления для более простых организмов – для бактерий, радиолярий, фораминифер.

Все углубляющиеся и несходящиеся ряды предков организмов, прослеженные в глубь геологического времени, и полифилитическая структура палеонтологических родов делают такую возможность чрезвычайно вероятной. Поэтому, несомненно, безопаснее для научной работы оставить в стороне родовые однородные живые вещества и еще более широкие совокупности живых организмов.

И мы будем называть *однородным живым веществом* только совокупность организмов одного и того же вида (*видовое однородное живое вещество*) или расы (*расовое однородное живое вещество*). Все более крупные совокупности будут являться *разнородными живыми веществами*. Все сгущения и разрежения живого вещества, все растительные формации и сообщества, и биоценозы представляют такого рода разнородные живые вещества.

112. Останавливаясь на видах и на расах как на основах живого вещества, необходимо считаться с состоянием наших знаний в этой области биологии. Как всюду в естествознании, когда дело касается основных представлений, мы и здесь не имеем ничего прочного и незыблемого. Мы не имеем их даже в таких более простых и несравненно более разработанных созданиях человеческого гения, каким является, например, механика. Под именем вида и

расы понимают совершенно различное и в то же время, помимо них, создают целый ряд разнообразнейших концепций, которые имеют общим то, что они охватывают меньшую сумму предметов, чем вид или раса, в том употреблении этих слов, каким я здесь пользуюсь, являются их подразделениями.

Я, конечно, не имею возможности сколько-нибудь углубляться в эту область человеческих исканий, но мне необходимо для того, чтобы была ясна та точка зрения, из которой я исхожу, вкратце выяснить, какие из концепций и течений, существующих в науке, необходимо принять во внимание, раз мы подходим к ним не с биологической, но с геохимической точки зрения, когда изучаем воздействие организмов на окружающую мертвую природу.

В основу всего дальнейшего изложения я буду ставить видовое и расовое живое вещество, причем для вида можно пользоваться обычным употреблением этого понятия, но понятие расы приходится определять точнее. К сожалению, расой называют различные вещи; это слово по-другому употребляют и в технике и в науке. Во всем дальнейшем изложении я буду употреблять это понятие в том смысле, как его употребляют зоотехники и прикладные ботаники. Под именем рас мы будем подразумевать культурные расы домашних животных и возделываемых растений, созданные человеком.

Видовое однородное живое вещество создано без вмешательства человека; расовое однородное живое вещество является результатом человеческой культуры. Мы увидим в дальнейшем, что такое различие имеет в геохимии большие и очень глубокие основания. Было бы очень хорошо, если бы биологи пришли к какому-нибудь определенному решению в связи с употреблением различно ими понимаемых «рас» и заменили их другими синонимами – например, подвид (*subspecies*), введенный Бэтсом в 1861 г.

Отделение – по возможности резкое – расы от вида совпадает с тем течением в этой области, которое начинает проявляться в последнее время и начало которого, мне кажется, положено идеями академика С.И. Коржинского. Коржинский, кажется, первым подчеркнул в 1892 г. для различения вариаций организмов значение генезиса вариаций и под именем *probes* объединил все вариации, в генезисе которых преобладающую роль играет географический фактор. По этому пути идут и такие точные биологи, как Иордане и А.П. Семенов-Тянь-Шанский.

То, что они подразумевают под географическим фактором, есть лишь скрытое выражение для старинного представления об экономии живой природы, взятой целиком для всей поверхности земного шара. Мы увидим позже, что в основе всех геохимических воззрений лежит то же представление. Виды, по этим идеям, произошли в результате воздействия всех сил природы на живую материю, и, очевидно, в них ясно проявляется географически различный характер вызываемых ими процессов. Совершенно другие типы изменений будут представлять расы в том понимании этого термина, который здесь употребляется. Они входят в отдел морф А.П. Семенова-Тянь-Шанского, если мы объединим под этим именем крупные изменения не географического характера.

Оставляя пока в стороне расовое живое вещество и обращаясь к видовому, мы должны здесь различать в известных случаях более узкие его разновидности.

Необходимо отметить, что здесь мы имеем область представлений, относительно которой далеко нет согласия между биологами. Сравнивая две, наиболее, кажется мне, глубокие, попытки разобраться в этих явлениях, разделенные промежутком в 50 лет, – попытку Агассиса в 1859 г. и А.П. Семенова-Тян-Шанского в 1910 г., мы увидим, что явлениям геохимического характера наименее противоречит представление Агассиса. Как известно, эта попытка знаменитого и оригинального натуралиста, рьяного противника дарвинизма, встретила в свое время, в эпоху торжества дарвинизма, суровую и едва ли исторически оправданную критику. Форма изложения Агассиса, тесно связанная с его религиозно-философскими представлениями, раздражая его противников, не позволила им оценить ее глубокое научное содержание. Но это раздражение связано было тоже не с научными выводами, а с религиозно-философскими представлениями эволюционистов. Любопытно, что в течение хода истории идей, которая протекала со времени выхода в свет трактата Агассиса, новые попытки, расширяющие и углубляющие понятие о виде, вроде идей о биологических видах или расах, элементарных видах и т.п., целиком входят в категорию представлений Агассиса.

Эти представления более удобны и для геохимии, чем представления о видах А.П. Семенова-Тян-Шанского, так как А.П. Семенов-Тян-Шанский ставит необходимым условием видового понятия существование структурно-морфологических различий, тогда как Агассис наравне с ними берет все те более или менее постоянные различия, какие существуют между группами организмов на основании их физиологии, инстинкта и т.п.

Мы уже видели, что морфология организма отходит для нас вообще на второе место и нас интересуют не морфологические, а биохимические различия между организмами. Связывать их исключительно со структурно-морфологическими мы не имеем никаких оснований, и в то же время нет никаких научных данных для того, чтобы придавать структурно-морфологическим различиям между группами организмов большое значение, чем другим постоянным в тех же пределах свойствам организмов.

К тому же самый термин – «структурно-морфологический» – обычно понимается очень грубо. Принимают во внимание те различия, какие по исторической рутине и по практическим соображениям удобства научной работы вошли в жизнь при работе систематиков, – различия, видные глазом, в форме органов и частей организма. В структурно-морфологических разностях не принимаются, например, во внимание гистологические различия, которыми некоторые исследователи пытались подтвердить существование физиологических или биологических видов.

Точно так же не может лечь в основу геохимических представлений метод оценки более мелких, чем вид, групп организмов по их потомству, который все более проникает старую, основанную на морфологии систематику, особенно растений, под влиянием генетики. Он не может быть для нас путеводной нитью потому, что для геохимии не важна наследственная передача признаков, если только эти признаки повторяются при совершенно определенных условиях. Не важно, связано или не связано определенное изменение состава растительного организма с таким глубоким его изменением, что оно переходит от поколения к поколению, даже если поддерживающие его внешние условия исчезли, важны биохимические изменения, идущие в это

время в растении и в связанной с ним среде. Пачоский, сейчас один из самых глубоких знатоков нашей степной растительности, описывает две вариации *Agropyron repens*, встречающиеся в подах (блюдцах) южно-русских степей Херсонщины. Этот пырей дает две разные формы в засушливые годы и в годы влажные, когда вода в низинах застаивается. Различия между этими растениями «столь значительны, что обе крайние формы могли бы быть приняты за различные виды, если бы судить об этом пришлось на основании одного морфологического анализа крайних вариантов». Но эти формы легко могут быть получаемы искусственно, по желанию, из одного и того же корневища, в зависимости от условий жизни, каким мы его подвергаем. Биологически эти формы идентичны, геохимически они должны быть отличаемы – являются своеобразной экологической разностью, так как каждой из них отвечает свое, по-видимому, различное живое вещество, связанное с совершенно определенным морфологическим изменением формы. Едва ли можно сомневаться, хотя еще в этом и необходимо убедиться, что каждой форме отвечает свой химический состав, свой вес и своя энергия и химический эффект каждого пырея в засушливое и влажное время различен. Эти модификации – реакции на условия среды – по геохимическому эффекту совершенно отвечают двум различным разновидностям вида, двум элементарным видам.

А так как такие пыреи дают чистые заросли, мы должны учитывать отдельно их геохимический эффект. С геохимической точки зрения эти комплексы тела разные, даже если ботаник-систематик, как в данном случае, сохраняет за ними одно название.

Мы имеем здесь случай биологических разностей, тесно связанных с изменением химического состава, с которым мы встречались и раньше, например в химически изученных Вебером листовницах и буке. Несомненно, в геохимии это разные живые вещества.

113. Принимая все это во внимание, мы не будем закрывать глаза на критерии различия видов, основанные на любых признаках, в том числе и на структурно-морфологические, и по возможности будем стремиться выделить отвечающее этим разностям живое вещество, причем наибольшее значение приобретут в геохимии далеко не те разности, которые сейчас кажутся наиболее важными с биологической точки зрения.

Значение вида выдвинуто Линнеем, который указал на сложность и неоднородность рода. Эмпирически и традиционно вековой работой выделены некоторые признаки вида, которые и до сих пор кладутся в основу наших о них представлений. Традиционно установленный линеевский вид и до сих пор господствует в науке, хотя в последнее время все увеличиваются попытки замены его другими понятиями. Но заменить его пока явно не удастся.

Несомненно, однако, что линеевский вид есть понятие сложное, он состоит из неделимых, связанных между собой генетически, которые распадаются на отдельные – меньшие, чем вид, – группы организмов, связь между которыми более тесная, чем для элементов вида.

В связи с таким строением линеевского вида в этой области идет огромная научная работа. Работа эта развивается в двух направлениях; с одной стороны, идет теоретическая работа мысли, пытающаяся охватить теорией наблюдаемые процессы, с другой – точное наблюдение, связанное с экспериментом, раскрывает нам все более и более сложную картину явления.

С геохимической точки зрения можно оставить в стороне все многочисленные теоретические построения. Теории явления они еще не дали и в лучшем случае являются более или менее удобными рабочими гипотезами. Они всегда построены – при всех своих различиях – на основаниях, которые мало помогают разбираться в тех сложных явлениях, какие мы наблюдаем в геохимических процессах, будут ли они основываться на данных генетики или на законах Случая.

Но совершенно другое значение имеют данные наблюдения и опыта, которые вне всякого объяснения указывают нам на сложность линнеевского вида.

Мы должны отличить среди наблюдаемых различий такие, которые имеют большое геохимическое значение, и такие, которые слабо отражаются в этой области явлений, но совершенно ясно, что живое вещество, отвечающее всякой разности, реально существующей, будет различно.

Среди этих разностей наибольшее значение будут иметь те, которые резко выделяются в природе, дают механические смеси живой материи, в которых преобладают однородные организмы. Это будут скопления чистых зарослей растений, однородных скоплений животных.

Оценивая с этой точки зрения морфологические разности вида, мы убеждаемся в малом геохимическом значении как раз тех более мелких таксономических единиц, которые теперь особенно интересуют биологов. Биолога интересуют главным образом такие разности, происхождение которых связано с глубокими изменениями явлений наследственности, которые позволяют сейчас подходить к тем законностям, которые изучаются в новой науке – генетике. Эта сторона вопроса мало интересует геохимика.

Среди морфологических разностей для геохимика наибольшее значение имеют разновидности, или правильные подвиды (иногда называемые географическими расами и т.п.). Это будут такие части линнеевского вида – подвиды, которые связаны с географическими ареалами и экологическими условиями местности, морфологически нередко резко различные. Такие подвиды мы наблюдаем на каждом шагу. Сейчас даже с морфологической точки зрения выделена лишь небольшая их часть. Ярким примером происходящей здесь работы является то изменение, какое происходит на наших глазах в систематике млекопитающих, одной из наиболее точно – и, казалось, полно – обследованных групп живого вещества. Здесь быстро растет количество таких подвидов в связи с теми небольшими, но прочными изменениями, какие наблюдаются среди видов, ареал распространения которых сильно разросся, например среди близких млекопитающих Европы и Америки. Геохимически такие подвиды имеют то же значение, как и виды, и отвечающее им однородное живое вещество должно быть тщательно отличаемо от видового живого вещества.

Такого рода подвиды среди растений называются некоторыми современными систематиками, например Пачоским, видами и оказываются не менее распространенными, чем среди млекопитающих. Их же все больше различают и другие систематики, например энтомологи. К сожалению, все же как раз в этой области очень мало делается биологами.

Внимание биологов направлено гораздо больше в другую область разностей линнеевского вида, более дробных, чем подвиды, – в область так назы-

ваемых элементарных видов и чистых линий. Нельзя сомневаться, что здесь мы имеем мелкие единицы, реально существующие в природе, на которые распадается почти каждый, а может быть даже каждый, вид или подвид.

Впервые установленные в 1875 г. Жорданом элементарные виды, несомненно, являются наиболее чистыми морфологическими единицами, сейчас наблюдаемыми на земной поверхности. И вид, и подвид, из них составленные, несомненно, морфологически неоднородны. Эти наблюдения и опыты Жордана оказали влияние на научную мысль лишь через несколько десятилетий после их опубликования. Мы теперь переживаем их влияние. Сейчас для аллогамных растений, несомненно, элементарные виды – а не виды или подвиды – являются морфологическими характерными единицами. Для самоопыляющихся растений такими будут установленные Иогансеном *чистые линии*, представляющие своеобразный случай элементарных видов Жордана. При принятии во внимание элементарных видов и чистых линий количество видов чрезвычайно увеличивается. Уже Жордан для одной *Draba verna* L. различил около 200 элементарных видов, из коих 50 произрастают около Лиона. Выводы Жордана об устойчивости этих многочисленных элементарных видов были подтверждены работами других экспериментаторов и не могут возбуждать сомнения. Сейчас элементарные виды опытным и наблюдательным путем установлены для многих линнеевских видов – *Viola Tricolor* L., *Nordeum distichum* и т.п. Широко поставленные опыты над древесными растениями, долгие годы производимые Серджентом в Северной Америке, дали в этом отношении поразительные результаты. Для *Crataegus* из Galli констатировано 128 элементарных видов, резко определенных. Нельзя сомневаться, что очень много, может быть большинство, видов являются сборными и сложными.

Эти явления свойственны не только высшим растениям. Они могут быть перенесены и в область животного мира. Этим путем миллионные количества видов организмов, существующие в природе, увеличиваются, может быть, во много десятков раз, и в связи с этим усложняется работа геохимика.

Вместо двойной номенклатуры Линнея вводится тройная номенклатура современных морфологов.

Она удобна в том смысле, что позволяет уменьшать количество создаваемых видов и в целом ряде вопросов объединять элементарные виды с тройной номенклатурой в линнеевские с двойной. Это мы видим и во многих вопросах геохимии.

Нельзя отрицать значение для решения целого ряда научных вопросов изучения состава, веса, энергии живого вещества, отвечающего элементарным видам и чистым линиям. Несомненно, только этим путем мы будем иметь возможность познать живое вещество, отвечающее морфологическим элементам органического мира. Но такое познание имеет сейчас скорее биологический, чем геохимический, интерес, ибо ни чистые линии, ни элементарные виды не встречаются в природе в сколько-нибудь однородных скоплениях. Они всегда смешаны и перемешаны друг с другом и являются нам в виде линнеевских видов или их подвидов. Они рассеяны в тех механических смесях живого вещества, о которых нам придется скоро говорить, для которых свойства этих элементарных частей скрываются. Никогда какой-нибудь из них не является в таких смесях господствующим. А между тем главнейшие

черты геохимических свойств биосферы, как увидим далее, обуславливаются именно этими господствующими компонентами механических смесей.

Несомненно, для точного знания свойств видového или подвидového однородного живого вещества нам необходимо изучать свойства однородного живого вещества чистых линий или элементарных видов, подобно тому как для понимания свойств изоморфной смеси, составляющей минерал, нам необходимо изучить свойства однородных чистых ее компонентов, растворителя и растворенных тел. Однако в минералогии и геохимии нам важнее знать их природную смесь минералов и соответственно отвечающее ему по своему геохимическому значению видového или подвидového однородное живое вещество, а не отвечающее компонентам минерала живое вещество чистой линии или элементарного вида.

Живые вещества, им отвечающие, могут существовать в природе только при особых условиях – благодаря усилиям и энергии человека. В этом случае мы имеем проявление в природе энергии, освоенной человеком. Однородные живые вещества, отвечающие элементарным видам или чистым линиям, являются в природе только тогда в форме более или менее однородных скоплений, когда они выделены усилием человека, и в таком случае должны быть относимы к тем формам однородного живого вещества, которые объединены мной в расовое однородное живое вещество. Предоставленные самим себе, они быстро смешиваются и дают однородные живые вещества линнеевских видов и их подвидов.

114. Большее значение имеет с точки зрения геохимии такой вид, который мало отличим морфологически от близкого к нему вида, но который резко отличается от него или циклом развития, или образом жизни и благодаря этому дает в природе однородные скопления. По существу, это такие же видové признаки, как и какие-нибудь внутренние или внешние проявления формы организма. Такие виды были названы *физиологическими* или *биологическими* видами.

Это ясно видел уже в 1850-х годах Агассис, но его идеи не встретили сочувствия, и лишь много десятилетий спустя стала на этот путь научная биологическая мысль.

Первые проявления таких идей мы видим, кажется, в работах ученых, которые отмечали те изменения, которым подвергается то или иное растение в зависимости от экологических или климатических условий своего произрастания.

Но эти указания делались между прочим; они не отражались на основном течении биологической мысли, так как не касались основ ее мышления – вида, ибо внимание исследователей, их выставлявших, направлялось, по существу, в другую сторону. Лишь в конце прошлого столетия, кажется впервые в 1892 г., Клебан употребил для Uredinales название «биологический вид», подразумевая под этим названием неизбежные различия в образе жизни некоторых разновидностей при полном или почти полном морфологическом их сходстве. Uredinales – паразиты, живущие часть своей жизни на одном растении, а затем переселяющиеся на другое. При этом замечено, что, например, споры из цэцидиев рода Coleosporium, живущих на хвое Pinus silvestris, морфологически почти неотличимые, одни переселяются исключительно на Euphrasia, другие на Melampyrum, причем это является такой же неизменной особенностью данных (биологических) видов, как и любой морфологический признак. После 1892 г. количество

таких случаев стало быстро увеличиваться, и казалось, что мы имеем здесь дело с широко распространенным явлением.

По существу, с этим явлением человеческая мысль столкнулась много раньше, в начале 1860-х годов, когда в эпоху создания микробиологии уже Пастер встретился с затруднениями, связанными с понятием о морфологическом виде. В микробиологии чисто физиологические и химические признаки давно уже получили право гражданства при установлении не только мелких подразделений видов, но и более крупных групп организмов, как мы это видим для бактерий. Расы *Saccharomyces* относятся к той же категории явлений. В 1897 г. Копералль пытался перенести в энтомологию представление о физиологическом виде, основанное, по существу, на тех же идеях, которыми руководились миколога при установлении видов ржавчинных грибов; недавно на тот же путь – в общей форме – стал Холодковский.

Очень возможно, и даже вероятно, что все такие различия организмов по образу жизни, условиям питания, характеру генераций, проявлениям инстинкта и т.п. всегда сопровождаются и морфологическими изменениями, но мы не замечаем их при обычных способах морфологической работы. По крайней мере при специальных поисках мы всегда находим какие-нибудь морфологические отличия, которые кажутся нам очень мелкими для таких биологических или физиологических видов даже там, где раньше видели только сходство. Это и понятно. В природе нет двух идентичных, неотличимых предметов (кроме атомов?), на что давно уже обратил внимание Лейбниц, исходивший из этих представлений в своей теории монад. Лейбниц указывает на уже давно ставшее для нас обычным явление, что в большом лесу и саду нельзя найти двух листьев, между которыми нельзя было бы усмотреть различия. В своих сочинениях он рассказывает о попытках проверить это положение во время философских бесед в светском немецком обществе XVII в. Мы знаем, что противоположное мнение, например, о сходстве двух капель воды не отвечает действительности: капли должны оказаться различными, как только улучшатся методы нашего научного наблюдения. Идентичны для человека лишь создания его сознания. Поэтому несомненно, что мы всегда найдем морфологические различия между индивидами разных биологических или физиологических видов, раз только мы будем принимать во внимание такие морфологические особенности организмов, которые не принимаются в соображение систематиками при установке ими видов.

Так, позднее разделены и по морфологическим признакам *Chrisomyxa ledi* и *Chrisomyxa rhododendri* (раньше один вид – *Accidium abietinum*), живущие в горах на *Rhododendron* и в низинах на *Ledum*, многочисленные биологические разности *Sphaerotheca humili*, живущие на разных *Alchemilla*, биологические виды *Viscum album* и т.д.

Но такие морфологические различия не имеют существенного значения в геохимии, ибо легко убедиться, что биологический вид всегда выражается в особом геохимическом эффекте, подобно линнеевским видам и их подвидам. Ибо очень часто, именно среди биологических видов, имеем мы выделения в более или менее чистом виде своеобразных форм однородного живого вещества, связанного с биологией организма, – разные формы полового, социального, возрастного однородного живого вещества, с которыми нам придется встретиться позже. Количество проявлений такого рода биоло-

гических видов и аналогичных им явлений очень велико и очень разнообразно. С геохимической точки зрения приходится очень расширять такие представления, так, например, в эту категорию войдут указанные Дженнингсом особенности инфузории *Paramecium caudatum*. Дженнингс доказал, что есть расы *Paramecium caudatum*, которые нуждаются в периодической конъюгации, и расы, которые, по-видимому, могут развиваться непрерывно простым делением. Геохимически они должны быть различны.

115. Точно так же и по тем же основаниям являются для геохимика реальным фактом в природе и те виды, которые получаются путем симбиоза. Виды лишайников или таких орхидей, как *Neottia nidus-avis*, с геохимической точки зрения являются реально существующими в природе прочными видами, как какой-нибудь другой однородный вид или подвид. Для геохимика и здесь исчезают те затруднения, какие останавливают морфолога. Для него отходят на второй план свойства морфологически чистых элементов, важно живое вещество симбиотического сожительства в целом.

Несомненно, и здесь могут иметь геохимическое значение отдельно поставленные исследования тех форм живой материи, которые находятся в симбиотическом проникновении, но только для решения частных вопросов. Главное значение имеет сложный вид, определяющийся сейчас как симбиоз видов, – геохимически органическая смесь.

Сложность природного явления на этом, конечно, не кончается. Нельзя забывать, что вид, хотя и является реальным явлением природы, в действительности выделяется в ней нашим разумом; это выделение достигается неизбежным упрощением реального явления, и, прилагая к природному явлению упрощенное представление так установленного понятия, мы невольно встречаемся с несоответствием его фактам или с невозможностью охватить их в их разнообразии. Так и здесь, изучая явления природы с геохимической точки зрения, мы не можем остановиться на видах и более мелких их частях, таким путем выделенных. Во всех рассмотренных случаях биологи придают исключительное значение наследственной передаче признаков. Но мы имеем в природе многочисленные случаи таких массовых изменений организмов какого-нибудь вида или его аналога, которые существуют с неизменными свойствами только при данных определенных условиях среды и дают другие формы организмов при их изменении. Все систематики постоянно наталкиваются на такие географические или экологические вариации, вроде упомянутого мной раньше пырея, бука, лиственницы, но оставляют их в стороне от вариаций вида ввиду относительно локального их существования, хотя они делятся, несомненно, без изменения многие тысячелетия.

С геохимической точки зрения эти вариации ничем не отличаются от вида и его аналогов, и мы должны отличать отвечающее им живое вещество от однородного живого вещества других – постоянных или временных – вариаций того же самого вида.

Может быть, даже в общем облике природы, и в частности в геохимических явлениях, эти вариации с непередаваемыми наследственно признаками – *экологические разности*, но повторяющиеся постоянно, неизменно всегда, когда повторяются реально существующие в природе условия, – играют столь большую роль, что с точки зрения геохимика требуют особого названия, так как он должен отличать части вида, геохимически столь различные.

Я уже указывал на то, что вопрос о таких видах может быть выяснен в полной мере только при расширении применения химического анализа к биологическим проблемам.

Очень вероятно, что в результате таких анализов выяснится, что биологические различия окажутся не чем иным, как химическими различиями живого вещества, причем вопрос о наследственной передаче признаков может получить самое неожиданное для нас сейчас решение. Но это покажет будущее. Пока же ясно, что геохимик, считаясь с этой возможностью, должен придавать особое значение выделению в своей работе и исследованию однородного живого вещества, отвечающего биологическим видам.

Всматриваясь в окружающую нас измененную цивилизованным человеком живую среду, мы и здесь видим полную аналогию биологическим видам, например, в вариациях собак, лошадей, рогатого скота и т.п. Кажется, эти вариации не обращали на себя достаточно внимания, но геохимик не может оставлять их в стороне, когда они дают достаточные скопления однородных живых веществ. Любопытным примером такой вариации, например, представляется изменение англосакса Западной Европы в жителя Северной Америки.

СВОЙСТВА ОДНОРОДНОГО ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА КАК ВИДОВОЙ ПРИЗНАК

116. Мне кажется, что эти отличия частей (...) так построенного однородного живого вещества имеют для понимания организмов столь же важное значение, как и другие видовые признаки, и могут быть поставлены с ними рядом.

Исходя из понятия однородных живых веществ, мы можем рассматривать всю окружающую нас природу как бы составленной из таких однородных живых веществ, видовых, отвечающих подвидам, биологическим видам, экологическим различиям. Различные их комбинации образуют разнородную живую материю, нас окружающую, которую мы можем разложить на составляющие ее однородные живые материи. Их будет столько, сколько видов организмов или их геохимически важных дробных делений находится в данном ее сгущении или разрежении. Очевидно, если мы будем знать состав, вес или энергию всех этих однородных живых веществ, мы тем самым будем знать с этих точек зрения и всю составленную ими разнородную живую материю данной местности.

Вся биосфера распадается для нас этим путем на различные комбинации однородных живых веществ, если мы примем во внимание оставленные нами пока без рассмотрения *расовые однородные живые вещества*.

Зная свойства всех этих однородных живых веществ, мы сможем охватить и все свойства живой части нашей биосферы.

Очевидно, при таком представлении мы допускаем, что свойства однородных живых веществ не меняются при образовании биосферы, т.е. при их взаимном проникновении.

Такое заключение правильно лишь относительно. Мы сейчас увидим, что проникновения живого вещества – одного однородного живого вещества другим – необычайно сложны и разнообразны. Едва ли можно сомневаться, что в некоторых из них, например в таких образованиях, как симбиозы, галлы, микоплацены паразитных грибов и т.п., однородное живое вещество меня-

ется и не остается неизменным. Но возможно, что признаки его меняются и при менее точном соприкосновении – в разных условиях внешней среды, в разных биоценозах, сгущениях, разрежениях живого вещества. Поэтому для характеристики живого вещества надо было бы знать его свойства в разных частях биосферы и в разных его нахождениях. Лишь тогда можно было бы установить пределы колебаний одного и того же однородного живого вещества. Сейчас нам приходится идти эмпирически, подбирать факты и пока что выставить рабочую гипотезу, что эти колебания свойств относительно незначительны или даже совсем отсутствуют.

Наблюдаемые колебания этих свойств должны быть того же порядка, как колебания видовых или расовых признаков, ибо из предыдущего ясно, что свойства и признаки однородного живого вещества являются свойствами или признаками вида или расы.

Может быть, даже эти свойства будут более характерными для организмов, чем их морфологические признаки. Ибо свойства однородного живого вещества сводятся нами к его весу, химическому составу и его энергии. Для мертвой материи мы знаем, что эти элементы познания лежат в основе всех наших знаний о морфологии, т.е. внешних и внутренних свойств не обладающих жизнью тел. Нет никакого сомнения, что к ним сведется – при дальнейшем ходе науки – и морфология организма, ибо по мере хода научного развития все яснее и яснее становится, что не в ней должны мы искать признаки, отличающие живое от мертвого.

Не обладая достаточным знанием состава, веса и энергии организма, мы пока не можем вывести из них морфологических его свойств и пользуемся ими так же, как мы пользуемся такими же свойствами сложных предметов мертвой природы, например минералов и кристаллов. Однако в этих областях знания мы знаем, что изучаемые морфологические признаки могут быть сведены к более основным их элементам и иногда даже к ним сводятся.

Эти элементы более неподвижны и неизменны, чем полученные их комбинацией сложные морфологические структуры.

Разлагая живую природу на однородные живые вещества и изучая их с точки зрения этих элементарных свойств, можно ожидать их большей устойчивости к неизменности, если мы правильно выделяем однородные живые вещества, чем другие видовые или аналогичные морфологические признаки.

Как бы то ни было, неизменность признаков однородного живого вещества мы можем принять пока как научную рабочую гипотезу.

В эту рабочую гипотезу мы будем вносить поправки и изменения, когда полученная из совокупности однородных живых веществ картина биоценоза не будет отвечать реальной биосфере.

В тесной связи с признанием признаков живого вещества как видовых признаков мы должны ждать, что в живом веществе проявятся и те морфологические различия, какие мы видим в каждом виде в связи с проявлением особенностей его биологической структуры. Мы знаем, что, признавая очень незначительные колебания морфологических свойств вида, мы в то же самое время в каждом виде различали несколько морфологических форм, резко различных между собой, которые мы все-таки объединяем в один и тот же вид, подвид, расу и т.п. Это отличия, связанные с полом, возрастом, иногда с социальной жизнью или со сменой поколений.

Все эти различия мы найдем выраженными в яркой и своеобразной форме и в однородном живом веществе.

Мы увидим, что для каждого вида может существовать несколько разновидностей однородного живого вещества, подобно тому как существует несколько морфологических форм его неделимых.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СМЕСИ ОДНОРОДНОГО ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА

117. Из предыдущего ясно, что всякая однородная живая материя не будет однородной по составу своих элементов, будет представлять некоторую *смесь*. Вся окружающая нас живая природа – биосфера – является такой смесью, и сложная картина образуемой ею живой природы обуславливается чрезвычайно сложным характером этого смешения различных однородных живых веществ, их взаимного проникновения.

Во всем дальнейшем изложении мы будем пользоваться этим представлением о смесях и связанным с ним языком физико-химических наук, так как, охватывая явления жизни как проявление в форме живого вещества массы, состава и энергии химических элементов, мы неизбежно должны сводить их, когда это возможно, к тем же самым понятиям, какие мы употребляем для остальной мертвой материи при изучении геохимических явлений. А для мертвой материи мы имеем всегда дело со смесями – механическими, минералогическими, физическими и химическими.

Во многих случаях смесь однородных живых веществ будет по существу отличаться от смесей мертвой материи, и мы неизбежно должны здесь ввести новый разряд смесей – *смесей органических*. Я ввожу этот новый термин с большой неохотой, однако его введение представляет, как мы увидим, большие удобства при изучении живого вещества с геохимической точки зрения и в значительной мере упрощает изложение разнообразных природных процессов, почему я буду употреблять его в дальнейшем изложении.

Для однородных живых веществ можно различить два рода *смесей* – *смеси механические* и *смеси органические*.

Мы будем называть механическими смесями однородных живых веществ такие смеси, в которых элементы живого вещества – организмы – не проникают друг в друга, а находятся отдельно и всецело в соприкосновении с внешней средой. Таковы, например, смеси трав на лугах, деревьев в лесу, зверей в лесах и т.п. Эти смеси совершенно подобны обычным механическим смесям, и их отличием может явиться только самопроизвольная подвижность организмов.

Органической смесью мы будем называть различные формы смешения однородных живых веществ, связанных с проникновением организмов друг в друга. Таковы разные случаи симбиоза, паразитизма и т.п. В этих случаях иногда очень резко нарушается отношение организмов к внешней среде. В биосфере мы видим проявление обеих форм смешения.

В свою очередь, в каждом компоненте и механической и органической смесей однородных живых веществ мы должны принимать во внимание ту сложность его строения, которая была уже отмечена в предыдущих параграфах при определении понятия о живом веществе.

118. Эта сложность заключается в различии элементов, строящих однородное живое вещество.

Вследствие этого различия элементов живого вещества и принцип, который кладется в основу наших представлений о механических смесях однородных живых веществ, что *при образовании механической смеси свойства входящих в ее состав элементов не меняются*, должен быть учитываем в связи с различием этих элементов, т.е. организмов, составляющих однородное живое вещество.

Практически мы будем считать каждую совокупность организмов какого-нибудь вида или расы, составляющую однородное живое вещество, состоящей из нескольких различных слагаемых разных типов организмов.

Эти различия связаны, во-первых, с разными морфологическими формами биологической структуры, например однородное живое вещество человека состоит из сложной совокупности, в которую входят представители разного пола и возраста. Однородное живое вещество термитов состоит из представителей разного пола, возраста, социальных различий. Мы увидим ниже, что эти разные единицы могут составлять *половые, возрастныe, социальные разности, разности по поколениям* однородного живого вещества; и обычное однородное живое вещество представляет сложную механическую смесь – *механическую смесь* 1-го рода – этих своих разностей.

Но на этом сложность механической смеси не кончается. Механическая смесь 1-го рода может быть тоже составной частью, т.е. в каждом однородном живом веществе можно различить несколько половых, социальных, возрастных и т.д. разностей. Это может происходить просто потому, что в биологическом развитии организма есть несколько морфологически разных индивидов, например несколько личинок, несколько морфологически разных самцов и т.п. В этом случае мы не выходим за пределы механической смеси 1-го рода, но получаем ее только более сложной.

Но есть и другого рода осложнение, связанное с тем, что, в сущности, в видовое или расовое однородное живое вещество входят несколько различных механических смесей 1-го рода, которые не могут быть в условиях нашей работы отделены друг от друга и в природе встречаются вместе, оказывают геохимические воздействия совместно.

Такие смеси мы будем называть *механическими смесями 2-го рода*.

Это тесно связано с указанной раньше сложностью вида или расы, на основании которой, построим однородное живое вещество.

Мы положим в основу нашего представления о таком веществе линнеевский вид или подвид, или вид биологический, и мы всегда должны иметь в виду, что он состоит из многих элементарных видов или популяций. И в том и в другом случае мы здесь получим сложное представление о свойствах однородного живого вещества.

Теоретически мы должны различать как бы два разных элемента однородного вещества. Вид А состоит из неделимых – α , α^I , α^{II} , α^{III} , ..., которые собраны, в свою очередь, в сложные индивиды α , α^I , α^{II} , {...} Изучая обычный вид, мы получаем впечатление о составе его из α , α^I , α^{II} , и индивидуальные колебания будут здесь отвечать всем тем пределам колебаний, какие характеризуют различия между неделимыми α , α^I , ... α^n . Но полученные средние будут неодинаковы в зависимости от данного состава – в данной местнос-

ти – какого-нибудь видového однородного живого вещества. Ибо ничто не указывает нам на то, чтобы все элементы популяции (чистые линии) и все элементарные виды линнеевского вида присутствовали в данном нахождении этого линнеевского вида.

Сверх того у нас нет никаких оснований думать, чтобы и в пределах чистой линии и элементарного вида не было индивидуальных колебаний в свойствах организмов. Наоборот, все указывает на существование таких колебаний. {...}

Притом все элементы, и α^1 , и α , являются сложными, состоят из нескольких форм биологического характера, неделимых, отличающихся морфологически, а следовательно, и химически, по полу, возрасту и т.п. Каждый из них может быть представлен как сложная совокупность, сложное строение которой иногда резко проявляется в окружающей природе.

В геохимии мы изучаем только сложные элементы вида, свойства которых получаются путем вывода средних из индивидуальных колебаний; эти средние попадают в пределы колебаний $\alpha - \alpha^n$ и оказываются в этом смысле с ними тождественными.

119. При изучении механических смесей однородных живых смесей мы должны различать однородные живые вещества, *господствующие* по весу в смеси, и те, которые в них находятся в небольших количествах, – примеси.

Биосфера в этом отношении представляет чрезвычайно характерное явление в земной коре. В ее сгущениях и ее разрежениях, в ее биоценозах находятся относительно немногие из миллионов видов и рас, ее составляющих в значительных количествах. Вероятно, только немногие десятки тысяч или тысячи однородных живых веществ являются господствующими, и в то же время обычно встречаются смеси довольно однородные во своему составу, с резким преобладанием одного или немногих однородных живых веществ.

Это характерное свойство механических смесей мы видим во всех частях биосферы, встречаемся с ним на каждом шагу.

К сожалению, мы имеем здесь очень немногие количественные данные, так как явления весовых соотношений мало обращали на себя внимание научных работников. Однако кое-какие примеры можно привести. Так, например, мы видим это ясно выраженным в тех механических смесях видовых однородных живых веществ, которые представляют собой луга умеренного климата Северного полушария. Мы имеем в этом смысле любопытные многолетние наблюдения в Ротамстеде в Англии. Здесь состав лугов в зависимости от удобрения менялся в разные годы с 1862 по 1914 г.

Злаки Gramineae (от 35,61 до 100% по весу)

	Предел колебаний,%		Предел колебаний,%
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	0,02–38,53	<i>Poa pratensis</i>	0–22,67
<i>Alopecurus pratensis</i>	0,03–28,72	<i>Poa trivialis</i>	0–32,93
<i>Agrostis vulgaris</i>	0,03–28,46	<i>Briza media</i>	0–20,15
<i>Holcus lanatus</i>	0,03–90,90	<i>Dactylis glomerata</i>	0,11–39,31
<i>Arrhenatherum avenaceum</i>	0–43,30	<i>Festuca ovina</i>	0,12–72,88
<i>Avena pubescens</i>	0–14,54	<i>Bromus mollis</i>	0–42,10
<i>Avena flavescens</i>	0–9,08	<i>Lolium perenne</i>	0–13,80

Для всех остальных видов злаков мы никогда не имели количества, превышающего для отдельного вида 5%, и никогда их общий вес не превышал 2,5%.

Весовое содержание Papilionaceae менялось в пределах 0,40–83%, а всех других семейств, вместе взятых, в пределах 0,41–43%. Количество всех видов, которые наблюдались, доходило до 52 в год, а число видов, превышающих когда бы то ни было 5% по весу в каком-нибудь из разнообразных по свойствам участков, доходило в течение указанных 52 лет всего до 27.

Эта таблица дает нам довольно хорошую картину явления, причем для данного участка и для данного года обычно являлись преобладающими немногие, как это, например, мы видим для 1914 г. (два вида больше 5%, один из них больше 90% по весу). То же имеем и для других лет, например: в 1862 г. 6 видов из 50 составили более 53,06% по весу [соответственно 11,36; 5,04; 9,65; 13,30; 6,37 (злаки); 7,34 (*Plantago lanceolata*)]; в 1877 г. 6 видов из 52 – более 60,09% по весу [соответственно 5; 5,12; 13,28; 12,55; 7,25; 21,89 (злаки)]; в 1903 г. 5 видов из 47 – более 62,46% по весу [соответственно 5,07; 20,15; 17,45 (злаки); 13,81 (*Poterium sanguisorba*); 5,98 (*Leontodon hispidus*)]; в 1914 г. 4 вида из 40 – более 61,90% по весу [соответственно 12,52; 23,62 (злаки); 8,70 (*Centaurea nigriceps*); 17,06 (*Leontodon hispidus*)].

Все эти числа приведены для одного и того же участка, в котором за 52 года не было никакого удобрения.

В общем учете геохимических проявлений однородных живых веществ мы должны, таким образом, в каждом ценобиозе – сгущении или разрежении – учитывать относительно немногие из составных частей сложной природной смеси, а огромные количества будут в них рассеянными и потому могут быть нами оставлены в стороне.

120. В огромном большинстве случаев мы можем оставить в стороне все примеси ценобиозов и изучать только господствующие или заметные по весовому содержанию однородные живые вещества.

Однако это может быть делаемо далеко не всегда, ибо с геохимической точки зрения однородное живое вещество может представляться нам под двумя очень различными аспектами. При изучении биосферы можно изучать:

1) *однородное живое вещество, взятое целиком*, – однородное живое вещество *всей земной коры*, – охватывающее всех неделимых данного вида, где бы они на земной поверхности ни находились;

2) *однородное живое вещество данного вида или расы, находящееся в какой-нибудь определенной местности или определенном сгущении и разрежении живого вещества*.

При этом в первом случае часто имеют значение и редкие однородные живые вещества, во втором с геохимической точки зрения получают значение только господствующие или заметные части механической смеси, которую представляет собой биоценоз.

Редкие в биоценозе однородные живые вещества, взятые во всех биоценозах, в своей массе могут нередко являться гораздо более важным в истории земной коры, чем некоторые господствующие части биоценозов. Так, например, едва ли можно сомневаться, что какие-нибудь широко распространенные виды растений, никогда не образующие сообществ, взятые в массе, представляют геохимическую силу огромного значения, ибо все их всюду рассеянные

неделимые везде производят – в общем – одинакового рода работу, и, взятая в сумме, эта работа рассеянных организмов не пропадет и должна быть учитываема в своем значении.

В этом отношении интересно обратить внимание на характер тех растительных видов, ареал нахождения которых превышает 3/4 поверхности суши. Среди них мы найдем один вид – *Senecio*, который распространен по всему земному шару, и с десятков видов менее обычных. И ни одни из них обычно не являются господствующими. Они все представляют собой формы рассеянного однородного живого вещества. А между тем очевидно, что благодаря своей огромной распространенности они имеют большое геохимическое значение, но должны учитываться не в биоценозе, а в биосфере.

Есть еще другой случай, где имеет значение такой же учет, это тогда, когда данное однородное живое вещество, господствующее или примесь, имеет значение в истории какого-нибудь химического элемента. Ибо, где бы ни находились элементы данного однородного живого вещества, они всегда будут производить одинакового рода геохимическую работу и, взятые в целом, могут иметь большое значение. Мне кажется, с этой точки зрения имеют большое значение рассеянные особи организмов, химически особенные. Так, например, не безразлична в истории меди роль наземных моллюсков из рода *Helix*, хотя бы они и были представлены в отдельном ценобиозе в относительно небольшом весовом количестве, или роль в той же истории меди разных видов птиц *Turacidae* в тропических областях Африки, постоянно собирающих медь в пигменте своих перьев и отдающих ее во время дождей, при линьке. Очень ярко это видно в истории таких газов, как кислород, азот, водород, где роль микроорганизмов не может быть оставяема без внимания и где небольшое количество вещества, в них сосредоточенное, в ценобиозе искупается интенсивностью их геохимического процесса. Точно так же мы не можем оставлять без внимания в истории CO_2 ту роль, которую играют рассеянные в ценобиозах животные, в частности человек, когда мы попробуем оценить эту роль в масштабе биосферы.

В этом отношении мы имеем здесь аналогию тому, что мы наблюдаем для минералов, где «редкие», т.е. находящиеся в небольших количествах и в немногих местах, минералы приобретают в истории отдельного химического элемента большое значение, как, например, в истории германия – аргиродит и кандильдит или в истории лантана – паризит. Точно так же и в минералогии мы можем учитывать в истории каждого химического элемента роль минералов, не считаясь с его количеством в данном участке земной коры, а беря его количество во всей земной коре, например роль лейцита в истории калия.

121. Гораздо большее значение имеет сейчас с геохимической точки зрения изучение отдельных ценобиозов, составляющих биосферу и представляющих собой механические смеси однородных живых веществ. Здесь действие некоторых форм этой живой материи усиливается и проявляется наиболее ярко благодаря тому, что обычно организмы, не составляющие виды, образуют сообщества, стада, «тучи», скопления – встречаются вместе в одной местности, вблизи друг от друга. В этом отношении они редко отличаются, например, от неделимых рода, чем в значительной мере и обуславливается малое геохимическое его значение.

Обычно такие скопления однородной живой материи резко выделяются в сгущениях или разрежениях, представляют действительные сообщества, где свойства данного однородного живого вещества выступают на первое место, определяют все свойства живого сгущения. В других случаях они в значительной степени разбавлены неделимыми иного вида или расы, не представляют однородного скопления.

Изучая химический эффект таких скоплений, мы будем различать механические смеси двоякого рода: 1) смеси, более или менее сложные, однородных живых веществ и 2) такие участки земной коры, в которых одно какое-нибудь однородное живое вещество выступает на первое место.

Эти явления меняются в связи как с видовым характером однородного живого вещества, так и с географическими условиями. Так, например, тропический лес, в котором почти каждое дерево принадлежит к разным видам и расам, является типичным представителем смесей 1-го рода, и наш хвойный лес – сосновый, еловый или кедровый – дает яркий пример второго типа, представляет пример естественного выделения видового (или расового) однородного живого вещества на земной поверхности.

В геохимии однородное живое вещество изучается главным образом с точки зрения его состава, веса, энергии, точно так же, как с этой точки зрения изучаются и составляющие земную кору минералы или горные породы. Мы можем для наших целей рассматривать скопления живого вещества, наблюдаемые на земной поверхности, только с этих точек зрения.

В таком случае скопления с преобладанием однородного живого вещества будут вполне аналогичны – с геохимической точки зрения, т.е. в связи с проявлением их в геохимических явлениях, – с простыми горными породами. Мы уже видели, что однородное живое вещество, взятое в чистом виде, аналогично геохимически минералу, а разнородное – горной породе. Изучая химический эффект этих тел в земной коре, можно для хвойного леса умеренного пояса параллелизовать его, например, с выходами гипса, а для тропического леса – с выходами какой-нибудь сложной горной породы, например гранита.

Это не есть только словесные аналогии; ограниченные весом, составом и энергией, живые вещества действительно геохимически тождественны в своем значении в естественных земных процессах минералам и горным породам, сведенным к тем же проявлениям. Правда, на первый взгляд резким отличием является то, что живые вещества занимают значительно меньшие объемы; они тянутся на земной поверхности в виде тонкой пленки, тогда как горные породы образуют большие массы. Такие случаи, как слой океанического планктона до 300–400 м мощностью, являются исключением для скоплений живого вещества. Однако химический эффект такого живого вещества чрезвычайно увеличивается благодаря огромной свободной энергии, ему свойственной. В этом отношении мы не имеем ничего подобного среди горных пород, за исключением, может быть, незастывших лавовых потоков, еще более интенсивных в своем химическом проявлении, но очень недолговечных.

И в минералах, и в горных породах мы видим различные степени и формы их химического проявления в земной коре в зависимости от физико-географических условий, в которых они находятся. Под разными широтами рез-

ко идут процессы выветривания, в ином отношении к химическим процессам будет порода в тропическом лесу или тропической пустыне, находящиеся на дне озера или моря или же в непосредственном соприкосновении с атмосферой и т.п. Еще более резко это проявляется для живой материи.

Нельзя сомневаться, что, подобно другим видовым признакам и в том же порядке изменений, состав, вес и энергия одного и того же организма заметно меняются в связи с изменением внешних физико-географических условий. К сожалению, мы здесь мало имеем числовых данных, но правильность этого заключения неизбежно вытекает из тех морфологических различий, какие мы видим ярко выраженными у распространенных и космополитических видов организмов. Роскошь, разнообразие и гармоническая красота окружающей нас природы в значительной мере вызвана не только изменением видов и родов, но и различным обликом скоплений неделим» одного и того же вида в разных местностях.

Поэтому для скоплений однородного живого вещества еще в большей, может быть, степени, чем для минералов и горных пород, имеет значение изучение их веса, состава и энергии в связи с физико-географическими условиями их нахождения. Мы всегда для однородного живого вещества должны знать как местность, откуда мы берем для исследования его образцы, так и его видовой состав.

Изучая такие скопления, мы изучаем разные части однородного живого вещества, которые не вполне одинаковы в разных географических областях.

СОЦИАЛЬНЫЕ И РАССЕЯННЫЕ ОДНОРОДНЫЕ ЖИВЫЕ ВЕЩЕСТВА

122. Части однородного живого вещества существуют в окружающей нас природе благодаря свойственной ему социальной структуре.

Несомненно, геохимические реакции шли бы совершенно иначе, чем они идут теперь, если бы геохимический эффект отдельных элементов живого вещества не был в природе – в отдельных случаях – концентрирован.

Мы знаем, до какой степени различны организмы по своим биохимическим свойствам. Соединение одинаковых организмов вместе в более или менее чистом виде, резкое преобладание в природных механических смесях одного какого-нибудь живого однородного вещества являются основными условиями, благодаря которым биогеохимические реакции идут в их современном масштабе. Несомненно, они так и шли в течение всей геологической истории Земли, ибо на всем протяжении геологического времени мы наблюдаем одну и ту же картину этих явлений, все время имеем дело с живым веществом, обладавшим для некоторых своих разностей социально структурой. При этом чрезвычайно характерно то, что такая социальная структура была свойственна все время аналогичным группам живого вещества, производившим аналогичные современным явлениям геохимические эффекты. Если бы это было иначе, это проявилось бы в получаемых при геохимических процессах продуктах, ни качественного, ни количественного изменения которых мы не видим на протяжении всей геологической истории.

Ясно поэтому огромное значение социальной структуры живого вещества для понимания геохимических проблем. Но с другой стороны, едва ли

будет безразличным изучение этих проблем и для объяснения очень мало разработанных проявлений социальных свойств организмов.

При изучении геохимических явлений мы будем брать эти свойства в самом общем виде, понимая под социальной структурой живого вещества способность некоторых организмов образовывать на земной поверхности скопления-смеси, в которых преобладают, постоянно или временно, элементы одного и того же однородного живого вещества. При таком определении социальной структуры, не заключающем никакой гипотезы или предположения о причине ее происхождения, очень может быть, что мы соединим явления разного характера. Как известно, до сих пор неясно, представляют ли сообщества беспозвоночных, позвоночных животных, растений явления одного порядка или явления, по существу различные, как это, например, указывает такой известный зоопсихолог, как В.А. Вагнер. С геохимической точки зрения все такие, может быть, морфологические и различные явления должны быть соединены вместе, так как химический их эффект будет одинаковый, проявлением каких бы причин ни была их социальная структура.

Однако отсюда отнюдь не следует, чтобы с геохимической точки зрения были безразличны все теории объяснения социальной структуры живого вещества. Напротив того, мы увидим, что существует ряд явлений, которые заставляют нас рассматривать социальную структуру как определенное свойство живой материи, чрезвычайно для нее характерное с некоторыми другими ее свойствами, имеющими геохимическое значение. Ниже, в главе о свойствах живой материи, я вернусь к этому явлению, теперь же отмечу только, что с геохимической точки зрения чрезвычайно трудно в связи с этим стать на почву тех объяснений социальной структуры, которые связывают ее с механическим воздействием внешней среды, рассматривают ее только как известную форму приспособления организма к условиям внешней среды. Несомненно, в этих теориях, при углублении в них, мы легко откроем лишь кажущуюся достаточность внешних условий для охвата и объяснения явлений социальной структуры, хотя бы, например, той роли, которая отводится при этом инстинкту. Объяснение инстинкта как результата воздействия внешних условий на организмы обманчиво, и, как мы теперь знаем, явления инстинкта теснейшим образом связаны с самыми глубокими свойствами живых организмов и гораздо менее связаны с мертвой окружающей средой. Сейчас, при более глубоком изучении, в явлениях инстинкта и философской его критики, мы обращаемся как раз к тем самым свойствам организма, которых хотели избежать при построении этого рода теории для объяснения социальной структуры.

Мы можем оставить в стороне эти господствующие объединения еще и потому, что они ничего не дают нам для объяснения самых характерных с точки зрения геохимии и наиболее для нас важных явлений социальной структуры.

Таким наиболее важным явлением надо признать то, что социальная структура в указанном выше смысле свойственна далеко не всем организмам. Свойство социальности проявляется в однородных живых веществах резко различным образом.

Все однородные живые вещества делятся на две группы: 1) такие, которые дают естественные сообщества составляющих их элементов, и 2) такие,

которые в природе всегда встречаются в рассеянном виде, никогда их элементы не скопляются вместе.

Господствующие теории рассматривают это свойство живой материи как результат слепого столкновения внешних условий, формирующих инертную живую материю. В борьбе за существование одни виды выживают в большем количестве неделимых, чем другие; одни выработали социальный инстинкт в разных его проявлениях, другие – нет, одни достаточно могущественны для того, чтобы не допустить развития посторонних организмов в области их нахождения, другие – нет и т.д.

Несомненно, отыскивая правильность в геохимических процессах, мы не можем удовлетвориться такими гипотезами, которые не дают нам никакого ключа к дальнейшему проникновению в неизвестное. Они лишь рисуют наше незнание.

Таково и применение законов Случая к объяснению генезиса социальной структуры организмов.

Это ярко видно, как только мы переходим к конкретным фактам. Так, например, мы имеем для растений чрезвычайно характерное рассеянное нахождение отдельных видов их среди тех или иных растительных формаций или образование таких их сгущений, в которых нет сколько-нибудь яркого преобладания одного какого бы то ни было однородного живого вещества. Можно ли объяснить такое явление простой игрой случая? Для тропического леса чрезвычайно характерно необычайное разнообразие видов составляющих лес деревьев. Этим тропический лес резко отличается от леса наших широт. Глубокий и смелый мыслитель натуралист Уоллес объяснил это строение леса равномерностью климата, дающего благоприятные условия для существования не немногим, а очень многим разнообразным видам деревьев. Вследствие равенства для всех одного из основных элементов жизни шансы борьбы за существование для многих видов почти одинаковы, и они представлены приблизительно равным количеством неделимых. Получается очень тонкая механическая смесь однородных живых веществ. Однако такое объяснение стоит в резком противоречии с той сложностью борьбы за существование, которая открывается нам в тропическом лесу, когда мы возьмем другие явления жизни, например морфологические особенности составляющих его организмов, и мы не можем удовлетвориться этим механическим объяснением.

В XIX и в XX вв. человеческая мысль подходила к объяснению тех же явлений другим путем. В конце XVIII столетия Бергман выставил гипотезу о выделении растениями в почву веществ, вредных для одних и полезных для других растений. Вместе могли жить только растения, для которых почва не была отравлена. Эта гипотеза, обратившая на себя внимание Тревирануса, хорошо объясняла явления и намечала пути для научной работы. Она была забыта и вновь возродилась почти через столетие в явлениях так называемого утомления почвы для культуры тех или иных растений. И по сейчас она имеет сторонников. Но попытки найти такие выделения в почве были до сих пор неудачны, хотя, несомненно, явления, связанные с известной нам биологией микробов, заставляют внимательно всмотреться в эту область искания.

Как только от этих попыток объяснить социальную структуру для наиболее простых случаев – неподвижных организмов – мы попытаемся проникнуть в мир беспозвоночных и позвоночных, способных к передвижению,

мы окажемся еще более бессильными объяснить ее генезис без привлечения свойств самой живой материи. Тут мы находимся в области проявлений инстинкта и психической деятельности, до сих пор не давших нам никаких прочных точек опоры.

Объяснить их генезис случайностью нельзя, и, так или иначе, приходится искать объяснение социальности не в воздействии окружающей среды на организмы, а внутри самих организмов – с геохимической точки зрения – в свойствах той или иной живой материи.

123. Оставляя, однако, пока в стороне причину явления, мы должны сейчас же подчеркнуть огромное геохимическое значение самого явления. Огромная часть живого вещества составлена из социальных организмов, т.е. мы всюду видим в окружающей нас природе реально существующие в ней части. Совокупность организмов, которую мы называли живым веществом, для этих частей не будет отвлеченным понятием, построенным нашим умом, а будет реальным природным явлением. Геохимический эффект, производимый весом, составом и энергией однородного живого вещества, резко и разно проявляется благодаря этому в определенных участках земной коры в местах нахождения его частей.

Очевидно, при всех наших учетах значения живого вещества такие *социальные однородные живые вещества* должны быть отделяемы от *рассеянного однородного живого вещества*.

Социальным будет то однородное живое вещество, элементы которого наблюдаются в природе вместе (например, сосны, дубы, рожь, пшеница, рис, ряска, быки, пингвины и т.п.). *Рассеянное* – это то, элементы которого не наблюдаются вместе, а рассеяны в сгущениях или разрежениях в небольшом количестве (например, тигры, орлы, гинкго и т.д.).

Этот признак не выдерживается непрерывно и постоянно для всех организмов. Нередко мы видим *временные скопления* тех или иных организмов, которые обычно находятся врозь, являются рассеянной формой живого вещества. Такие временные скопления наблюдаются не только у животных, но и у растений, например скопления водорослей (как саргасовые) в связи с ветром и морскими течениями, скопления странствующих лишайников (например, *Lecanora*), иногда массами покрывающих почву степей, скопления пыльцы хвойных. Еще чаще и разнообразнее подобные скопления у животных. Здесь нередко явление усложняется половым и другим полиморфизмом: получают скопления морфологически разных, несколько различных видоизменений одного и того же живого вещества, таковы смеси неделимых гидроидных кораллов или некоторых насекомых, например полчища крылатых и бескрылых тлей и муравьев.

Здесь мы имеем переход к *разнородным социальным сообществам*, когда собираются в стаи и стада особи различных видов или даже родов, например в стаях стрекоз, совершающих перелеты нередко на огромные пространства, периодически повторяющиеся в разных местностях. Так, например, в 1914 г. в Европейской России наблюдались рои стрекоз, главным образом *Libellula quadrimaculata* L. Но вместе со стрекозами летели мухи – *Eristalis sylvatica* Meig., *Melithreptus lavandulae* macq. Количество неделимых в таких тучах достигало миллионов особей. Очень часты такие разнородные стаи у рыб. Стаи ворон, которые зимой водворяются в Западной Европе, состоят из осо-

бей двух видов, не дающих между собой помесей, – черной и серой вороны. Как известно, разнообразны были и стаи антилоп и других млекопитающих, населявших саванны и лесопарки Южной и Центральной Африки (например, зебры и гну).

Разнородные социальные структуры представляют совершенно закономерные и правильно повторяющиеся явления в земной коре, и, очевидно, благодаря этому они производят такой геохимический эффект, который не может быть оставлен без внимания. Как мы видели, наблюдаются их проявления и среди временных (стрекозы, вороны), и среди постоянных социальных сообществ (млекопитающие).

Несомненно, влияние социальных однородных живых веществ – временных или постоянных, однородных или разнородных – на геохимические процессы выражено гораздо более резко, чем тех, элементы которых рассеяны среди них. Для первой основной картины геохимии земной коры можно остановиться на них, подобно тому как достаточно изучить горные породы, а не все минералы для получения основного фона геохимических процессов в области мертвой природы.

Этим обуславливается то, что изучение социальных однородных веществ, как уже указано было раньше, должно быть поставлено сейчас в первую очередь, и оно значительно уменьшает беспредельность научной работы. Вместо миллионов однородных живых веществ мы имеем сейчас дело только с десятками их тысяч.

ОРГАНИЧЕСКИЕ СМЕСИ

124. Огромное значение имеет в геохимических процессах другой, пока оставленный нами в стороне, класс смесей живого вещества – смесей органических. С точки зрения изучения геохимических процессов их можно разделить на две группы: 1) органические смеси 1-го рода, все компоненты которых находятся в соприкосновении с внешней средой, и 2) органические смеси 2-го рода, некоторые компоненты которых изолированы от внешней среды.

Особенно интересны органические смеси 2-го рода, исчисляющиеся в природе многими десятками тысяч. Их изучение рождает ряд геохимических проблем.

По отношению к организмам, существующим в виде органических смесей 2-го рода, определение отвечающего им однородного живого вещества представляет не только практические затруднения, но с геохимической точки зрения вызывает и некоторые сомнения.

Практически чрезвычайно трудно здесь выделить для исследования чистое однородное живое вещество, так как иногда происходит теснейшее сращивание между ним и охватываемым им «хозяином». Так, например, в минорридах невозможно отделить бактерию от окружающего ее субстрата; гифы грибов глубоко проникают внутрь дерева и не могут быть из него извлечены. Еще глубже такие проникновения при паразитизмах, близких к симбиозам, и при симбиозах. Тут даже неясно, что мы должны считать за организм. К этому мы вернемся еще раз позднее, но ясно, что обычное представление о совокупности организмов разных видов, совершенно между собой отдельных, не

является столь простым и ясным, как это представляется с первого взгляда. Оно будет еще более сложным, если допустить теорию Эриксона, что некоторые Uredinales, поселяясь в растениях, сливаются с ними своими плазмами и образуют столь тесную смесь, что она неразделима в некоторых стадиях жизни организма никакими механическими способами.

Но помимо чисто практических соображений – невозможности выделить чистое однородное живое вещество, отвечающее данному виду, с геохимической точки зрения такое однородное вещество играет в природе совершенно другую роль и не может быть вполне сравниваемо с тем однородным живым веществом, которое или находится в непосредственном соприкосновении с мертвой природой, или же не срастается неразрывно с другим живым веществом. Ибо приведенное в непосредственное соприкосновение с мертвой природой или выделенное из этого срастания, в каком оно встречается в природе, данное однородное живое вещество находится в ненормальном состоянии и может дать нам понятие о производимом им в природе геохимическом эффекте только тогда, когда мы знаем количественные соотношения между проникающими друг в друга однородными живыми веществами, и в тех случаях, когда какая-нибудь однородная живая материя изолирована от внешней среды и мы точно знаем геохимический эффект той однородной живой материи, которая ее заключает.

Таким образом, с геохимической точки зрения мы имеем две резко различные формы однородного живого вещества. Одна – к которой относится большинство видов животных и растений – представляет живое вещество, находящееся в непосредственном соприкосновении с мертвой природой, и другая – от нее изолированная другим однородным живым веществом.

В то самое время как первый тип однородного живого вещества мы можем изучать в природных условиях непосредственно и он является нам в ней в виде разного рода механических и органических смесей, второй наблюдается в природе исключительно в виде органических смесей. Он отражается в геохимических реакциях только благодаря изменению, которое наблюдается при этом в геохимических функциях того компонента органической смеси, который находится в соприкосновении с внешней средой.

Очевидно, при изучении геохимических явлений нам надо изучать не отдельно однородные живые вещества, составляющие такую органическую смесь, но по возможности всю органическую смесь целиком, так как для нас представляет интерес не геохимический эффект однородных живых веществ вообще, а тех их форм, которые наблюдаются в природе. Между тем весьма вероятно, что геохимический эффект органической смеси не равен и не тождествен с суммой геохимических эффектов ее компонентов, взятых отдельно.

Необходимо идти здесь тем же самым путем, каким мы идем при изучении геохимического эффекта смесей мертвой материи.

Мы знаем, что для выявления геологических и геохимических явлений мы изучаем в минералогии именно смеси, а не их компоненты.

Изучение их чистых компонентов важно не для познания геологических или минералогических процессов, но для понимания структуры самой смеси. Точно так же и здесь: для изучения геохимических явлений *важно изучение органических смесей однородных живых веществ в целом*, изучение же их

компонентов в отдельности может иметь более биологическое, чем геохимическое, значение, хотя, конечно, оно не может являться безразличным для геохимика.

Органические смеси 2-го рода хотя и распространены, но не являются характерными для этого типа форм смешения. Огромная масса органических смесей состоит из организмов, каждый из которых непосредственно связан с внешней средой – из смесей 1-го рода. Таковы, например, те смеси, какие представляют паразитические нарастания организмов друг на друга, например *Viscum album* на деревьях. Зеленые части этого растения находятся в самостоятельном общении и биохимическом обмене с окружающей средой, и в то же самое время его ткани частью теснейшим образом связаны с чуждым ему организмом и нарушают и изменяют его биохимические процессы. Человек в своих плодовых садах создает прививкой к дичкам нужные ему плодовые сорта, целые массы такого типа органических смесей.

На каждом шагу и в девственной природе, и в измененной культурой мы наблюдаем органические смеси 1-го рода. В общем при всем разнообразии их проявлений в природе они тесно связаны с механическими смесями и геохимически должны быть отделяемы от них лишь вследствие трудности разделения их компонентов и вероятному изменению свойств организмов при таком тесном проникновении.

Органические смеси 2-го рода явно отличны от механических смесей и не могут быть с ними соединяемы. Сюда относятся так называемые внутренние паразиты, которые получают вещество и обменивают энергию через посредство другого однородного живого вещества. Нередко такое смешение является очень сложным. Мы имеем дело не только с одновременным паразитизмом многих однородных живых веществ, но и с паразитами внутри паразитов. Живое неделимое является в таком случае как бы реальным осуществлением сказочного «ядра» Кашея.

Явление усложняется еще тем, что однородное живое вещество нередко не во всех своих стадиях находится вне соприкосновения с мертвой средой, принадлежит к внутренним компонентам органической смеси. Так, мы знаем для многих паразитов, что их личиночные стадии живут свободно во внешней среде и, таким образом, непосредственно участвуют в геохимическом обмене. В этих случаях мы встречаемся с резким изменением положения данного однородного живого вещества в природе. К этому вопросу мне придется вернуться ниже.

Такие явления паразитизма представляют и многие другие особенности, имеющие геохимическое значение. Так, паразиты в разных своих стадиях меняют хозяина. Следовательно, учет их становится еще более трудным, и, с другой стороны, смешение и проникновение химических элементов внутри живого вещества – еще более глубоким и полным. Так, например, *Trypanosoma lewisi* из крови крыс попадает в живущую на крысе вошь – *Haematopinus spinulosa*, в ней проходит несколько генераций (несколько однородных живых веществ) и вновь попадает в кровь крысы из *Haematopinus*'а при сосании им крови крысы. Эта смена хозяина происходит у некоторых организмов после нескольких поколений, развивающихся бесполом путем внутри одного и того же организма, и лишь циста со спорами, происшедшими половым путем, выводится для дальнейшего развития в другой организм. Таково развитие не-

которых кокцидий, указанное Шаудином, как, например, *Coccidia oviformis* Lenc., развивающаяся в печени кроликов, но одну из своих стадий проходящая у других животных, в том числе и у человека.

В этих случаях огромная часть жизни организма проходит вне непосредственного общения с внешней средой. Но даже и в тех случаях, когда она проходит через стадию внешней среды, она часто не имеет геохимического значения, так как в форме цисты находится в состоянии латентной жизни, лишенной обмена элементов с окружающей средой.

Но есть организмы (Наemosporidia – трихины из Nematoda), все разнообразные циклы которых проходят всегда внутри другого организма и в которых их характер как органических смесей этого рода выражен чрезвычайно резко.

По-видимому, того же характера и явления так называемых микроплазм. *Ruscinium triticea* на ржи проникает в зерна и передается этим путем из поколения поколение без выхода из организма. Однако здесь в известных стадиях существования происходит общение паразита с внешней средой, и явление оказывается более сложным, чем для животных паразитов.

Оба типа органических смесей, очевидно, не разделены резко в природе, связаны друг с другом. Мы имеем случаи, когда они существуют в биологической истории одного и того же организма, чередуясь между собой в разных стадиях его жизни.

Как один из сложных примеров такой структуры однородного живого вещества можно назвать цикл развития червей (Trematoda, например *Diplostomum achinatum*). Этот червь живет в кишках уток, гусей, лебедей. Он дает здесь однородное живое вещество из двух полов, которое, однако, находится вне общения с окружающей средой (I). Яйца выходят в испражнениях этих птиц в воду, где дают подводную личинку (мезоцидий), участвующую непосредственно в геохимических процессах (II). Эта личинка через некоторое время проникает в моллюск *Limnaea (stagnalis)*, дает там две стадии – спороцисты и редии, которые опять находятся вне прямого общения с внешним миром (I). Из редий образуются хвостатые церкарии – подвижные личинки, вновь попадающие в воду через выводные отверстия *Limnaea* и вновь дающие живое вещество, непосредственно участвующее в геохимических процессах (II). Церкарии второго типа, отличные по форме (а следовательно, по весу и составу?) от мирацидий, входят в мелкие рачки (*Gammarus*) или личинки ручейников (*Limnophilus*), вновь уединяются от окружающей среды (I). Отсюда они выходят в воду, окружаются оболочкой, давая цисту, которая, должно быть, представляет латентное состояние живого вещества (III), и в виде цисты, попадая в утку, гуся или лебедя, вновь начинают свой цикл. Таким образом, мы имеем здесь три типа однородного живого вещества: 1) органическую смесь, уединенную от внешней среды, – половые особи, спороцисты, редии, церкарии второго типа (I), 2) обычную живую материю (мироцидии, церкарии первого типа (II)) и 3) латентную живую материю (III). Если мы попробуем точно уяснить характер однородной материи *Diplostomum*, мы увидим две ее модификации, свободно общающиеся с миром, и четыре различных, входящих в два посторонних ей однородных вещества.

Органические смеси, особенно смеси 2-го рода, представляют явления *sui generis*, не имеющие аналогий среди явлений мертвой природы.

Отдаленную, очень слабую по своим эффектам аналогию среди смесей мертвого вещества представляют для органических смесей второго рода с геохимической точки зрения так называемые включения минералов и образуемые этим путем физические смеси. Органические смеси, как 1-го рода так и 2-го, резко отражаются на геохимических проявлениях живого вещества, и мы сейчас все время будем встречаться с ними, как только углубимся в анализ понятия живой материи.

ИЗМЕНЕНИЕ ОДНОРОДНОГО ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА ВО ВРЕМЕНИ

125. Сложность и изменчивость однородного живого вещества на этом не кончаются. В нем мы имеем дело с явлением, меняющимся во времени, и, очевидно, надо знать, в какой и за какой промежуток времени мы берем организмы, подлежащие нашему изучению, учеты их живого вещества.

Мы называем однородным живым веществом совокупность организмов данного вида или расы. Но совершенно ясно, что организм никогда не остается неизменным. Он меняется постоянно и непрерывно. Мы знаем, что организмы размножаются, умирают, поглощают в виде пищи некоторое количество стороннего им вещества, содержат внутри другие организмы, которые тоже меняются, постоянно выделяют в окружающую среду газы, жидкости, твердые тела и т.д. Совокупность организмов – живое вещество – не есть что-нибудь неизменное, но, наоборот, представляет подвижное меняющееся тело.

Эти изменения живого вещества во времени идут в разных направлениях – меняется его количество, вес, его состав, его энергия, характер составляющих его элементов, как морфологических, так и химических, их число.

Я рассмотрю позже некоторые из последних таких изменений, приводящих к нескольким формам однородного живого вещества для одного и того же растительного или животного вида, здесь же остановлюсь на том значении, какое имеет изменчивость однородного вещества во времени для определения его веса, состава и энергии.

Очевидно, для изменяющегося во времени объекта не может быть безразличным момент, который выбирается для его учета, тем более что эти изменения идут закономерно и повторяются периодически.

Наиболее глубокое изменение вносится временем в свойства однородного живого вещества при появлении и исчезновении его элементов, т.е. наибольшее значение имеет появление новых неделимых – рождение организмов или их почкование (деление) и их смерть. Очевидно, мы должны брать живую материю в нормальном состоянии, т.е. принимать явление смерти естественным или таким случайным событием, которое случайно с точки зрения отдельного организма, случайно физиологически и морфологически, но не случайно, а закономерно с точки зрения геохимической. Такова, например, гибель определенного количества организмов оттого, что они являются пищей для других организмов, будут ли то паразиты, хищники или травоядные.

В зависимости от условий рождаемости и такой – обычной – смерти для каждого организма существует некоторая средняя продолжительность его жизни, которая резко меняется для разных его форм. Эта средняя продол-

жительность жизни для некоторых организмов равняется немногим часам, может быть минутам, и достигает многих годов или столетий для других организмов.

К сожалению, мы имеем в этой области лишь очень отрывочные и случайные наблюдения. Много наблюдений над отдельными проявлениями старости, но средние величины жизни, хотя бы приблизительно, известны для немногих видов, т.е. для немногих форм однородной живой материи.

Однако то, что нам известно, указывает с несомненностью, что средняя продолжительность жизни, а следовательно, и изменение количества недельных резко меняются для разных видов организмов, а в связи с этим состав неделимых совокупности обновляется целиком для разных однородных живых веществ с различной скоростью. Эта величина смены поколений является очень характерным и важным свойством живой материи.

Сейчас для нас этот вывод из данных наблюдений имеет лишь то значение, что он указывает на неудобство принятия во внимание при определенном составе живого вещества сколько-нибудь длительного промежутка времени. Необходимо изучать состояние живого вещества по возможности мгновенно, ибо только при этом условии мы можем пренебречь смертью неделимых, постоянно идущей в живом веществе и обновляющей его состав, в среднем в течение средней продолжительности жизни неделимого. Если бы мы вынуждены были считаться с таким обновлением, нам пришлось бы для разных однородных живых веществ брать их состояние в пределах различной средней продолжительности жизни их неделимых. Этим путем мы получали бы числа, трудно сравнимые между собой. К тому же, как мы знаем, средняя продолжительность жизни является меняющейся в зависимости от биологических и, в частности, социальных условий жизни неделимых или их совокупности. Это доказано для человека и, очевидно, существует и для всех других организмов.

Но, кроме того, средняя продолжительность жизни недостаточна для охвата всего явления целиком. Можно рассматривать среднюю продолжительность жизни, как длительность одного поколения, в течение которого все вещество, строящее данное живое вещество, заменяется нацело новым. Надо иметь в виду, что в организме идет постоянный обмен элементов, однако часть элементов более устойчива (например, Са, F или P в костях или Si в скелете губок и т.д.) и остается дольше в живом веществе. Но при смене поколений, считая за поколение среднюю продолжительность жизни, все элементы в общем заменяются новыми.

Биологическим, однако, поколением может считаться и другое явление, которое иногда у некоторых организмов, например у приносящих плоды растений, у обладающих метаморфозами насекомых и т.д., выражено резко. Это переход во взрослую стадию жизни, которая дает новое потомство, т.е. новое поколение. При этом продолжительность поколения другая и геохимический эффект его иной: продолжительность короче средней продолжительности жизни, а геохимический эффект связан не с обновлением вещества, а с достижением им новой энергии обмена. Это далеко не всегда будет достижением максимума обмена, как, например, у млекопитающих; иногда, как, например, у бабочек, мы имеем дело с достижением *minimum*'а: в стадии *imago* бабочки совсем иногда не питаются, а только дышат.

Может быть, в геохимии большее значение имеют поколения по возмужалости, чем поколения по средней продолжительности жизни, так как химические изменения при этом, по-видимому, значительнее. Однако точно утверждать это мы можем из-за недостатка данных.

К тому же все эти явления получают другой смысл, когда мы имеем дело с организмами, которым свойственно бесполое размножение, которые обладают сменой поколений и т.п.

Явления эти слишком сложны для того, чтобы мы могли взять их за исходные для работы в области живого вещества.

Ввиду сложности вопроса и его малой изученности наиболее правильно оставить в стороне при выборе времени, в течение которого изучается живое вещество, процессы, в нем происходящие, и принять чисто формальное решение вопроса: брать мгновенную картину живого вещества, по возможности в самый короткий промежуток времени.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ ВРЕМЕНИ

126. Однако при этом выступают новые трудности вследствие того, что и смене поколений (в любом ее понимании), и средняя продолжительность жизни являются реальными явлениями природы, и мгновенный облик живого вещества в пределах времени одного поколения или в разные моменты средней продолжительности жизни организмов может довольно резко меняться.

Это ясно при самом поверхностном углублении в природу. В общезитии очень часто указывают, что на Земле нет момента времени, когда бы кто-нибудь не родился и одновременно в другом месте кто-нибудь не умер. В образах поэзии и философии в разные века повторяются такие представления.

Но так ли это в действительности, даже для человека, в том случае, если мы возьмем все живое вещество, отвечающее *Homo sapiens*, т.е. всех людей на всей поверхности земного шара? Сомнения возникают и здесь, и их еще больше, если мы возьмем части живого вещества меньшего размера и небольшое его количество или другое далекое от человека однородное живое вещество, более зависимое от окружающей природы.

Дело в том, что, помимо процесса смерти, мы должны принимать во внимание рождаемость и деление (почкование) – появление новых неделимых. Между тем мы знаем, что рождаемость у животных отнюдь не происходит непрерывно круглый год, а связана с известными половыми периодами. Точно так же не происходит непрерывно и почкование. Даже у человека есть изменение рождаемости по временам года.

Еще резче связано с временами года такое появление новых особей у низших животных, в том числе у насекомых и почти у всех растений. Можно сказать, что в общем во всем органическом мире появление новых особей совершается не непрерывно, а скачками.

Точно так же далеко не непрерывно идет гибель особей, кроме тех случаев, когда эта гибель происходит вследствие того, что данная особь служит пищей для другого организма. А потому ясно, что представление о происходящих ежемгновенно смерти и рождении в общем не отвечает действительности.

К тому же сама рождаемость и аналогичные процессы являются не мгновенными, а длительными. Наиболее ярко это видно из изучения деления одноклеточных организмов. Деление клетки (неделимого одноклеточного организма) есть процесс очень сложный, и самое быстрое деление, нам известное, наблюдается для бактерий.

И здесь, как и во всех вопросах, связанных с живым веществом, мы имеем дело с массовым явлением и поэтому берем среднюю величину продолжительности деления отдельных клеток – то время, в течение которого происходит удвоение числа неделимых данного вида. Для *Vacillus ramosus* Уорд наблюдал удвоение в течение 35 мин; есть случаи, когда это число уменьшалось для других видов до 21 мин. Это предел, которого мы сейчас достигли. Он представляет наименьшую продолжительность поколений, нам известную в органическом мире. По-видимому, до такой малой величины не опускается минимальная продолжительность жизни. Правда, мы имеем указания, что, например, для поденок (*Ephemera*) средняя продолжительность жизни равна получасу, но это относится только к одной стадии *Ephemera*, к ее взрослой особи (стадия *imago*), и та же поденка жила значительно более в других своих стадиях – яйца, личинки, куколки. Мне кажется, вообще средняя продолжительность жизни неделимого в ее минимальной форме является величиной большой в обычных условиях биосферы, скорее всего, определяется не свойствами морфологии или физиологии организма, а интенсивностью взаимного поедания организмов, т.е. строением живого вещества. Следовательно, мы можем рассматривать длительность мгновения существования бактерии как минимальную величину той паузы, какая наблюдается в изменении облика живого вещества в его целом.

Эти числа дают нам время удвоения количества особей. Так как при этом имеют дело не с одной бактерией, а с многими, то получают среднее число для времени деления одной бактерии.

Но мы не можем сравнивать тем же путем – сводить к удвоению количества особей – организмы многоклеточные. Здесь удвоение может идти гораздо быстрее, так как каждое неделимое дает не одно, а множество яиц. Оно не только может идти быстрее, но к этому стремится живая материя, так как в ней выработались чрезвычайно разнообразные приспособления, которые увеличивают возможное удвоение числа особей. Обычно это связано: 1) с чрезвычайным увеличением числа яиц, спор, семян и 2) с увеличением годовых периодов их создания. Но есть еще более сложные приспособления этого рода, еще более изменяющие процесс, таково, например, явление так называемой полиэмбрионии у *Proctotris poideae* (из *Hymenoptera*), когда из одного яйца развивается много зародышей. Поэтому, вычисляя допустимое удвоение числа неделимых, мы получаем фиктивную величину, так как организм сразу может увеличивать количество особей во много-много тысяч раз. Для нас имеет значение средний промежуток между двумя выводками, взятый на протяжении года, причем эта величина для случаев пойдодогенезиса, например, отнюдь не связав полной возмужалостью организма.

Насколько можно судить, эта средняя продолжительность между двумя выводками никогда не достигает того малого промежутка времени, которое проходит между средней продолжительностью выводка бактерий, полученного из наблюдения их удвоения. Едва ли можно сомневаться, что во всяком

случае все эти величины не случайны. Не случайна и минимальная величина. Она является характерным свойством живой материи, и мы можем ею пользоваться в тех случаях, когда имеем дело со временем в геохимическом изучении живого вещества.

Можно принять эту величину за *биологический элемент времени*. В течение времени, не превышающего этого биологического элемента, у нас никогда в разнородном живом веществе не произойдет увеличения числа, составляющего его неделимых. Так как мы никогда не можем произвести учет живого вещества мгновенно, то биологический элемент времени определяет максимальную допустимую величину длительности этого учета, правда, только с одной точки зрения, с точки зрения увеличения количества неделимых и смены поколений.

Но в таком сложном явлении существование такого указания имеет значение, тем более что связанное с биологическим элементом времени изменение живого вещества является одним из наиболее резко меняющих его факторов.

Не могу не отметить здесь, что биологический элемент времени должен играть большую роль в установлении более точного логического представления об индивидуе неделимого; это необходимо, ибо это понятие очень неясно и мало разработано. Значение биологического элемента времени связано здесь с тем, что одним из наиболее ярких проявлений индивидуальности является способность ее так или иначе, сложным или простым путем, распадаться на новые индивидуальности. Анализ этого явления, однако, выходит за пределы этой работы. Поскольку это необходимо, я коснусь его еще раз позже.

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОДНОРОДНОГО ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА

127. Из всего только что изложенного ясно, что мы должны приравливать и в других отношениях к биологическим условиям жизни организмов и не можем брать картину биосферы в любой момент как картину всего окружения, для них характерную.

Химическая работа живого вещества так же зависит от движения Земли вокруг Солнца, как зависят от этого все проявления жизни; зимой, летом, весной, осенью мы имеем во всех местах земного шара не только однородную морфологическую картину живой природы, но имеем и разную геохимическую работу живого вещества.

Однородное живое вещество для каждого вида организмов и для каждой местности меняется с течением времени в тех его проявлениях, которые только нами и изучаются, – в массе, составе, энергии.

Вместо одного однородного живого вещества для каждого вида, подвида и т.п. мы имеем несколько различных однородных живых веществ. Однородные живые вещества, меняющиеся с течением времени в связи с периодическими изменениями окружающей природы, мы будем называть *периодическими разностями однородного живого вещества*.

Эти разности почти не изучены, хотя мы знаем, что состав, например, растений меняется очень резко в зависимости от их возраста. Для культурных растений мы имеем ряд анализов, которые указывают, например, изменение

химического состава, не говоря уже о весе, для зелени, растений в цвету, растений с плодами, наконец, плодов и семян.

Все время идут сложные процессы перемещения химических элементов, их количества и отвечающей им энергии в годовом цикле, вегетационном периоде. Не менее резко наблюдаются те же годовые изменения для Protozoa, у насекомых, паукообразных, ракообразных и т.п. В разные периоды года ввиду их различного возрастного состава или принадлежности к разным поколениям меняется в весе, составе и энергии и отвечающее им живое вещество. {...}

Очевидно, эти изменения не только не случайны, но и относительно многочисленны. Они могут и должны быть принимаемы во внимание, раз только мы хотим получить общую картину геохимического проявления живого вещества.

Для каждого вида организмов в разные времена года мы имеем разное однородное живое вещество, т.е. ему отвечает несколько периодически повторяющихся однородных живых веществ. Поэтому для определения однородного живого вещества необходимо определять время, когда оно взято для исследования. Иногда отличия между ними очень резкие, иногда довольно слабы, но они всегда могут быть замечены.

Эти отличия не ограничиваются солнечным годом, они далеко за него выходят. Есть ряд организмов, цикл которых не однолетний, а многолетний. Для таких организмов отвечающее им живое вещество меняется в своем содержании и своих свойствах в течение этих более продолжительных сроков. Так, некоторые хермесы, например *Chermes viridis*, имеют свой сложный, богатый полиморфными и генетическими разновидностями цикл в течение двух лет. На этом протяжении мы должны иметь несколько отвечающих им однородных живых веществ, много более пяти, которые резко различны по морфологическим признакам и, очевидно, не менее отличны и по составу, весу, энергии. Старый лес наших мест резко отличается от леса молодого и достигает такого состояния лишь через десятки лет.

Эти изменения обуславливаются в значительной мере теми различиями, какие вносятся в живое вещество резким морфологическим различием составляющих его элементов, половыми или социальными его разностями, периодически меняющимися во времени, т.е. количеством в нем в разное время индивидов разного возраста, разного пола или разной социальной структуры, например гусениц, личинок, деток, самцов, самок, гермафродитов, трутней, рабочих, маток-цариц и т.п. То или иное правильно повторяющееся во времени количество их придает разный характер составленному из них однородному живому веществу. Мы увидим, что иногда эти различия в его составе так велики, что позволяют выделять возрастные, половые и социальные его разности, в которых тот или иной из этих его морфологически различных элементов преобладает.

Чрезвычайно характерно, что такой процесс периодического изменения меняется и географически – идет различно в разных частях земной поверхности, что связано с разным морфологически элементарным составом одного и того же однородного живого вещества в разных местностях. Эти явления всегда наблюдаются в большей или меньшей степени, наиболее резко они проявляются в тех случаях, когда связаны с образованием половых, социальных или возрастных разностей однородного живого вещества.

Так, филоксеры в Европе не дают половых разновидностей. Плакучая ива, разводимая в Европе, *Salix babylonica* (главным образом *S. babylonica fragilis*) встречается почти исключительно в женских особях и т.п.

Такая периодичность связана не только с ходом времени в его наиболее простом проявлении, в связи с годовым вращением Земли вокруг Солнца. Она связана с более сложными циклами, например с влажными и засушливыми периодами, вызывающими появление таких изменений в характере однородного живого вещества, которые могут приводить к необходимости выделения таких разновидностей в особые видовые формы.

Несомненно, все такие изменения вносят большую сложность в явления живого вещества, однако они могут быть научно изучаемы. Они указывают нам на закономерность наблюдаемых здесь явлений и ставят на разрешение новые научные задачи.

СОСТАВ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА

128. Во всем дальнейшем изложении мы будем принимать живое вещество, учитываемое по возможности мгновенно, имея в виду не перейти границу биологического элемента времени.

Перейдем теперь к более точному и конкретному определению состава однородного живого вещества. Определяя его состав как совокупность организмов одного и того же вида, мы должны принимать во внимание биологические особенности, связанные с захватом организмом вещества из окружающей его среды и характером его обмена, т.е. с теми выделениями вещества, которые равномерно производятся организмами в течение времени. С другой стороны, мы должны считаться с тем, что организм во время учета должен быть взят живым, а не умирающим. Необходимо также принимать во внимание и то, что мы изучаем геохимические процессы, связанные с живым веществом, т.е. что нам совершенно безразличны те цели, для которых поглощается или выводится организмом вещество, а важно лишь то изменение, какое вносится организмом в окружающее его и составляющее его вещество.

Исходя из тех соображений, мы будем называть *однородным живым веществом*: 1) совокупность всех живых организмов одного и того же вида, подвида, разновидности, расы, чистой линии и т.д.; 2) части окружающей их внешней среды (воздуха или воды), необходимые для поддержания их нормальной жизни в течение времени учета живого вещества; 3) их выделения (экскременты, моча, пот, выдыхаемые газы и т.п.) в течение того же самого времени; 4) части, теряемые организмами в течение того же времени (листья, сучья, волосы, волоски, элементы эпителия и т.д.); 5) принятую и находящуюся внутри организма пищу или стороннее вещество, ими захваченное (например, камушки, земля и т.п.); 6) организмы, погибшие и умершие (или родившиеся) во время производства учета; 7) организмы, в нем находящиеся закономерно (органические смеси).

Легко видеть, что все это исчисление составных частей однородного живого вещества, по существу, сводится к учету организмов в том виде и в том проявлении, в каком они нам являются в природе.

В виде живого вещества мы изучаем не биологический процесс, а геохимический и сводим его к весу, составу и энергии. Очевидно, с этой точки

зрения нам важно охватить по возможности целиком вещество, которое изменяется жизненными процессами, хотя бы оно было случайно с точки зрения функций и морфологии организма. Но мы изучаем массовое явление, идем статистическим методом, при этом все настоящие случайности компенсируются, и мы получаем представление о среднем явлении.

Из только что данного определения ясно, что живое вещество далеко не совпадает с обычным представлением биолога, с привычным для него методом изучения.

Совокупность организмов, которую мы берем в форме живой материи для изучения геохимических проблем, превышает ту совокупность организмов, которую бы принял для своих целей биолог. В нее входят тела и части материи, которые биолог может – для главных своих проблем – оставить в стороне, чего не может сделать геохимик. Мне кажется, это вызывается сущностью дела, ибо мы должны всегда стремиться изучить по возможности реальное явление природы, а не абстрактный объект нашего обобщения. Реальным явлением в геохимии является как раз живое вещество в только что указанном объеме.

Это должно быть ясно из следующих пояснений.

СТОРОННИЕ ОРГАНИЗМЫ В ЭЛЕМЕНТАХ ОДНОРОДНОГО ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА

129. Для исчисления живого вещества составляющие его неделимые должны быть очищены от всех посторонних организмов, приставших к ним, к их внешней поверхности, и ненужных им для жизни. Казалось бы, надо было исходить из единиц однородного живого вещества, совершенно свободных от других организмов. Это представляет неодолимые трудности и не может быть достигнуто, так как тесная смесь неделимых разных видов является нередко характернейшим проявлением их основных жизненных свойств.

Прежде всего в целом ряде случаев мы не можем отделить некоторые стадии организмов одного и того же вида, так как яйца и зародыши в разные стадии их развития неизбежно будут находиться внутри тех индивидов (или колонии), совокупность которых представляет живое вещество. Это далеко не безразлично и с точки зрения состава, и с точки зрения веса. Вес неделимых повышается, а химический состав яиц, зародышей и семян иногда резко отличается от состава целого индивида. Между тем в целом ряде случаев, например в развитии семян и спор в растениях, яиц в животных, мы имеем нередко дело с многими процентами веса неделимого. Для моллюсков или рыб, например, вес яиц или молодых особей составляет несколько десятков процентов к весу организма. Так, например по наблюдениям Пико, для окуня Женевского озера вес икринок, в нем находящихся, составляет 25% веса полукилограммового окуня. Калуга (*Acipenser orientalis* Pall) на р. Уссури достигает веса 30 пудов и содержит 3–4 пуда икры и т.д. Для некоторых рыб такое явление имеет огромное значение во время так называемого хода рыбы, передвижения морских рыб в реки во время нереста. Тут мы имеем дело со своеобразной формой живого вещества, отличного от обычного живого вещества.

Нельзя иногда отделять не только неразвившихся зародышей или яйца, но и вполне различных молодых неделимых, теснейшим и неразрывным образом связанных в первые периоды своей жизни с взрослой материнской особью, как, например, мы это видим в некоторых случаях для пауков или моллюсков.

В этих случаях нарушается простота представления о неделимом, но мы не выходим за пределы одного и того же однородного вещества.

Но совершенно так же во множестве случаев мы не в состоянии выделить из данного неделимого чуждые ему организмы и принуждены причислять их к данному живому веществу, ибо их нахождение является не случайным, они участвуют во всех геохимических реакциях какого-нибудь однородного живого вещества, без них часто в природе не существующего.

Совершенно свободное от других организмов однородное живое вещество в природе не существует. Оно есть абстрактное создание нашего разума. Мы вынуждены при исчислении однородного живого вещества захватывать биологически с ним связанные чуждые ему морфологические части. Явления эти чрезвычайно разнообразны, вероятно, имеют закономерное проявление в биосфере. Но эти законности нам неизвестны, и мы теперь можем касаться их лишь чисто эмпирическим путем, останавливаясь в виде примера на многих из множества случаев.

Нередко организмы переполнены внутренними паразитами, в их шерсти и на их поверхности находятся внешние паразиты, от которых нельзя избавиться. Да к тому же очищенный от них организм не будет тем реальным телом природы, проявления которого в окружающей его среде являются объектом изучения в геохимии. На коре деревьев находятся – сотнями и тысячами – эпифиты вроде мхов и лишайников, от которых тоже нельзя избавиться. Грибы своими мицелиями проникают очень глубоко внутрь ткани растений. В организмах всегда заключаются и такие индивиды, которые безразличны для их жизни или, может быть, даже необходимы и полезны, как, например, бактерии в пищевом аппарате позвоночных животных, зеленые одноклеточные водоросли (хлорелла) в инфузориях и других организмах, инфузории в желудке жвачных и т.д. Водоросли из *Shyzophyta* попадают и живут в клетках высших растений, как это нашел впервые для цикадовых Рейнке (1879). С тех пор такие случаи увеличились: *Nostoc* и *Chroococcus* живут в паренхиме коры *Gunnera* из *Gunneraceae*, распространенном в Южном полушарии, *Anabaena azollae* – в листьях *Azolla caroliniana*, бактерии *Nostoc*, *Anabaena* – в клетках корней многих цикадовых и т.д.

В губках селятся разнообразнейшие животные – рачки, моллюски, черви и т.д., которых нельзя удалить из взятого для исследования организма. Нет никакой возможности в обычной работе выделить эти организмы из их хозяев, и мы вынуждены их анализировать вместе. С геохимической точки зрения это не имеет большого значения, так как если они попадали в эти организмы случайно, то их существование не скажется в общем химическом анализе или в среднем весе, ибо обладающие ими отдельные особи потонут в массе других, от них свободных. Если же они находятся во всех организмах или в большинстве их, то они – с геохимической точки зрения – представляют неизменную и важную часть данного однородного живого вещества, так как участвуют во всех химических процессах, с ним связанных. К тому же

огромную часть своих химических элементов, а иногда и все целиком они получают из элементов содержащего их организма, следовательно, история химических элементов в данном однородном живом веществе пошла бы совершенно иначе, если бы их не было в содержащем их хозяине.

Но, несомненно, присутствие таких сторонних организмов не может иногда не отражаться очень резко на весе, на энергии и на составе данных организмов, так как, например, развитие паразитов нередко принимает столь большие размеры, что правильная жизнь их хозяина нарушается, и, очевидно, такие организмы не могут быть взяты как исходные для суждения о составе данной однородной материи. Так, например, нельзя брать за исходное для хлебных растений неделимые, пораженные ржавчиной, или для каких-нибудь водных моллюсков (например, *Paludina*) особи, зараженные паразитами, нередко составляющими более половины веса пораженного ими организма. На первый взгляд казалось бы, что для средней пробы надо брать средние организмы, т.е. здоровые, а не больные, со средним содержанием включенных в них сторонних организмов.

Однако это далеко не всегда отвечает природному нахождению совокупности организмов – живого вещества. Болезни – не случайные явления в природе: они не только появляются временами как нормальное явление и меняют геохимический эффект живого вещества, но в то же самое время являются чем-то ненормальным, враждебным только с точки зрения отдельного организма. Мы здесь в названии «болезнь» своеобразным образом переносим при рассмотрении природного процесса нашу антропоцентрическую точку зрения на другие организмы. С точки зрения природного процесса и всего живого вещества, взятого в целом, болезненные проявления в массовом эффекте получают совершенно иной облик, они являются одной из форм строения живого вещества. Особенно ярко это сказывается для болезней, связанных с паразитами.

Изучая живое вещество, т.е. массовую совокупность организмов, мы должны считаться с тем, что такие болезни одних организмов являются неизбежным условием жизненного существования других организмов. Они представляют неизбежное проявление сложной структуры живого вещества, и я вернусь к ним, когда буду ее касаться. Здесь же только отметим, что необходимо принимать во внимание при установке живого вещества среднюю «болезненность» организмов, т.е. среднюю пораженность их посторонними организмами, среднее их количество, находящееся обычно в них в природных условиях.

Но это среднее количество не остается неизменным в течение времени. Оно меняется во время эпидемий, и, очевидно, тогда состав, масса и энергия живого вещества меняются. Мы имеем все переходы между чистым от паразитов живым веществом «хозяина» и живым веществом паразита с примешанным к нему «хозяином», причем в этом последнем случае это живое вещество является неустойчивым и скоро умирает.

Оставляя пока в стороне эти вопросы, отметим только чрезвычайную сложность открывающегося перед нами живого вещества. Если мы возьмем какое-нибудь растение, то едва ли мы найдем один экземпляр его, свободный от паразитов или сожителей. Мы знаем, что оно меняется при этом, нередко чрезвычайным образом изменено морфологически.

130. Еще важнее для нас его химические изменения, и, чем больше углубляемся мы в изучение живой природы, тем более ярко выявляется перед

нами взаимное не морфологическое, но химическое воздействие двух соприкасающихся организмов. Для растений это сказывается в резком химическом изменении мест нахождения в нем тех или иных сторонних организмов. Вблизи этих мест идут своеобразные процессы, которые связаны нередко с образованием новых химических веществ в растениях, в других местах не встречающихся.

Среди таких новообразований большое значение имеют так называемые галлы («орешки», клубеньки), которые и с биологической и с геохимической точек зрения заслуживают серьезного внимания.

Галлы сейчас вновь возбуждают столь же большое внимание, какое они возбуждали в момент зарождения новой науки, когда, с одной стороны, их смешивали с плодами растений, с другой – думали видеть в них места, где происходит самозарождение животных организмов. На них обратили внимание уже древние, например Диоскорид, и их знали натуралисты XVI в. – Маттиоли, Клузиус и другие, но наибольшее внимание они вызвали в XVII столетии, когда ими занимались крупнейшие натуралисты того времени – Гарвей, потом академики флорентийской *Academia della Crusca* Вивiani, Кассини, Реди, Мальпиги, Гассенди и др. Около галлов велся оживленный научный спор, перенесшийся в XVIII столетие, когда ими занимался Реомюр. По мере того как выяснилось, что галлы не являются местом создания животного организма из растительного и не являются органом растений, большой интерес к ним замер, но к середине XIX в. в связи с увеличением интереса к общим вопросам биологии мы наблюдаем новое пробуждение этих исследований, создание особой науки – *цецидологии*. Едва ли можно сомневаться, что ход научной работы приведет здесь ко многим для нас неожиданным открытиям и что в галлах мы имеем оригинальную и важную черту структуры живого вещества, с которой мы должны считаться в геохимии.

Для геохимических процессов галлы имеют большое значение, во-первых, по своей распространенности, во-вторых, по своеобразию связанных с ними биологических явлений. Количество их едва еще охвачено наукой, хотя число их быстро растет: в 1858 г. Гаймгоффен исчислял число тех галлов, которые вызываются животными, в 300–350, в 1908 г., через 50 лет, по Гауру, число известных зооцецидов доходит до 6000, и, очевидно, мы еще очень далеки от охвата всего явления в его целом.

Галлы в некоторые периоды времени захватывают огромное количество неделимых и видов растений и составляют заметную часть по весу организма. Для галлов, как и для других форм живой материи, можно различить галлы рассеянные и галлы, наблюдаемые массами. Условия появления тех и других связаны с биологическими условиями жизни организмов, вызывающих галлы. Так, например, для хермесов типичны рассеянные галлы. Особый случай мы имеем для мигрирующих видов, которые образуют крылатые особи. При их передвижении, перелете на другое растение множество их гибнет, и только относительно немногие особи дают галлы, встречаемые вследствие этого в рассеянии. Виды, не дающие мигрирующих поколений, например галлы *Chermes lapponicus* Cholodk, *Chermes abietlis* Kaif., «очень часто встречаются десятками и сотнями на одной ветви и соответственно этому губят множество побегов» (Холодковский) и образуются при нахождении в растениях некоторых насекомых, бактерий и грибов. Для некоторых из этих организмов

нахождение их в галлах или клубнях является нормальной частью их существования. Оно характерно для определенных генераций одной из стадий их живого вещества.

Хотя галлы производятся главным образом растениями, но приносившие они, например, в галлах, вызываемых насекомыми (тлями, осами и т.д.), к потребностям живущих в них животных, и нет сомнений, что сторонние организмы действуют не только механически, но и химически, ибо они вводят в растение посторонние вещества (например, грибы, щавелевую кислоту). В веществе орешков одновременно участвуют, таким образом, оба организма, вместе живущие, и мы должны его относить к живому веществу того и другого. Очевидно, в этом случае нельзя анализировать растение, отбрасывая, например, у бобовых клубеньки, содержащие бактерии и до известной степени и материально с ними связанные, ибо такие бобовые не были бы теми бобовыми, которые производят определенный геохимический эффект в природе. В то же самое время и анализ этих бактерий без сопровождающих их клубеньков бобовых не отвечал бы условиям их действия в природе. С геохимической точки зрения важнее анализ их смеси и причисление галлов и клубеньков к живым веществам обоих организмов в том случае, когда их надо по тем или иным соображениям изучать отдельно. В галлах и клубеньках мы имеем случай оригинальной сложной органической смеси однородных живых веществ. Сложность этой органической смеси чрезвычайно повышается в тех случаях, когда, как, например, на *Rosa canina*, образуется сложный галл, где в одном более или менее связанном между собой образовании поселяется несколько разных видов насекомых, например ос.

Мы подходим этим путем к тем сложным формам смесей, которые являются нам в виде симбиозов.

Между болезнями и симбиозами есть все переходы, например между симбиозом орхидей с ризохтонами и заболеваемостью других растений от других грибов. Границу между таким симбиозом и болезнью мы проводим очень произвольно.

Мы подходим здесь сразу к тем затруднениям в определении чистоты изучаемого однородного живого вещества, с которыми мы встречаемся всюду, на каждом шагу, в течение нашей работы и которые делают область исследования этих явлений гораздо более сложной, чем область такого же изучения тел мертвой природы. Между больным и здоровым организмом существуют все переходы, и нельзя дать ясного логически неопровержимого определения понятий «здоровый» и «больной» организм; приходится идти произвольным путем, отбрасывая по возможности крайности – те случаи, когда «болезнью» поражены многие организмы при отсутствии «эпидемии», и принимая их во внимание, когда мы имеем дело с эпидемической «болезнью».

ИНДИВИД КАК ЭЛЕМЕНТ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА

131. Но эти затруднения, связанные с таким явным *проникновением* независимых живых организмов одного в другой, представляются простыми, когда мы определяем живое вещество как совокупность организмов.

Затруднение связано со сложностью нашего представления об организме.

Говоря о совокупности организмов, мы должны точно знать, где кончается в природе один организм, а начинается их комплекс. Этого мы сделать очень часто не в состоянии.

Наиболее просто было бы отождествить организм с неделимым, индивидуом, как это очень часто делают. Но при таком отождествлении, достаточном для целого ряда случаев, для многих организмов мы встречаемся с огромными непреодолимыми затруднениями.

Под индивидуом – неделимым – мы можем понимать (понимаем) различные вещи. С одной стороны, индивид понимается в смысле естественного тела, т.е. обособленного и явно отличимого предмета в окружающей нас природе, с другой – в смысле автономного естественного тела, способного отстаивать свое обособление от остальной природы, всегда разнородного, т.е. составленного тесно связанными между собой, не обуславливаемыми внешними причинами функциями. Организм представляет индивид в этом последнем понимании.

Первое понимание отвечает только «естественному телу». Естественными телами могут быть любые предметы в природе, обособляемые нами от окружающей среды, – минералы, почвы, горные породы, ископаемые, кристаллы и т.п. Организм тоже является естественным телом, и все, что логически может быть указано для естественных тел, может быть отнесено и к нему.

Но в понятие живого вещества организм входит не только как естественное тело, но и как автономное естественное тело, как индивид. Это понятие автономного, самодовлеющего естественного тела проникло в науку из областей философии, теологии, поэтического творчества. Оно не укладывается в рамки ясных логических определений, нередко вызывает значительные сомнения в своем содержании, но тем не менее оно, несомненно, есть реальное явление в природе, могущественным образом влияет на все наше научное мировоззрение и на научную работу.

Несмотря на это, трудно проследить сейчас исторический ход развития наших пониманий индивида, особенно когда мы перейдем от человека к организму животному или растительному. Индивид для нас еще во многом не освободился от своего антропоцентрического содержания.

И все же это строяемое, логически несовершенное понятие индивида имело и имеет огромное значение в биологии. Оно проникает уже работу великих биологов XVIII столетия, ясно сознавалось Линнеем и Бюффеном. Оно же резко проявилось в определении жизни, например в господствовавшем долгие десятилетия и в живом до сих пор определении Биша, который рассматривал организм как автомат, но с внутренней организацией, отличной по отношению к внешней среде, и считал, что жизнь главным образом заключается в самозащите организма от разрушения его внешней средой.

Эта автономность организма и сейчас проникает все наше мировоззрение и вначале мало вызвала сомнений и затруднений. Усложнение получалось главным образом с 1840-х годов, когда начало проникать естествознание учение о клетке, окончательно охватившее научную мысль через одно научное поколение. В это время вошло в жизнь учение о клетке как автономной единице многоклеточных организмов. В связи с этим в науку вошло представление о сложном – сборном – организме, каким являются все многоклеточные растения и животные.

В обычных случаях, теоретически, сборный индивид – многоклеточный организм – не возбуждает, однако, никаких сомнений и не требует никаких особых указаний при изучении живого вещества. Мы берем для живого вещества многоклеточных организмов совокупность сборных неделимых, как берем в одноклеточном – совокупность клеток.

Однако, обращаясь к реальным явлениям природы, мы наблюдаем многочисленные явления, когда нет возможности точно выяснить, имеем ли мы в этом последнем случае по отношению к многочисленным организмам сборный индивид или собрание более или менее независимых индивидов. Эти затруднения являются следствием сложности самого понятия о сборном неделимом. Точно и ясно его определить нельзя, так как есть все переходы от сложного неделимого к свободному собранию неделимых. Логически правильно было бы сводить все к клетке, если бы само понятие клетки было бы так просто, как оно нам представляется в наиболее простых случаях. Но и понятие клетки, как мы знаем, есть сложное понятие, и сведение вопроса к ней, если бы оно было возможно в многоклеточных организмах, мало бы помогло нам в наших исканиях.

С каждым годом все более отходит в прошлое недавно господствовавшее – в общем очень упрощенное – представление о многоклеточном организме. Наряду с клеткой начинают искать и находить в нем другие составные части, и сама клетка из простого индивида получает характер сложного тела, может быть, симбиоза.

Мы встречаемся здесь с общим явлением в естествознании, когда основные понятия не поддаются логически точному определению, ибо всякое определение естественных явлений или предметов связано с их упрощением, и при переносе его на отвечающие ему явления или тела мы неизбежно рано ли, поздно ли встретимся со случаями, где неправильность упрощения скажется, возникнут противоречия между природным явлением и как будто отвечающим ему логическим понятием.

Поэтому, принимая в общем легкую возможность различения неделимых при определении однородного живого вещества, мы должны в отдельных случаях вносить произвольные ограничения в сложное явление. Особенно резко это сказывается в растительном царстве, но наблюдается также и среди животных организмов. Мы имеем здесь бесчисленные разнородные случаи, среди которых в виде примера остановимся на некоторых. Усложнения связаны со способностью живого вещества давать разнообразные органические смеси.

Благодаря этому очень часто нельзя быть уверенным, что части организма принадлежат к одному и тому же растительному или животному виду. Такие случаи мы имеем, например, среди *лишайников* *Herpaticae*. Мы видим эти тела рассеянными по всему земному шару, и местами они образуют большие скопления однородного живого вещества, покрывают сплошным покровом многие сотни и даже тысячи квадратных километров. Систематически различают более 5000 видов этих организмов, и конца этого исчисления еще не видно. Несомненно, в целом ряде научных работ это соединение гриба и водоросли представляет совершенно определенный индивид, по-видимому, даже весьма неизменный в своем составе, так как количество входящих в его состав веществ гриба и водоросли является весьма постоянным. С геохими-

ческой точки зрения каждый отдельно растущий лишайник есть элемент однородного живого вещества, какое бы объяснение его строения ни оказалось в конце концов верным, будет ли это чистый симбиоз или особый тип сапрофитного или паразитного строения. А между тем с морфологической точки зрения трудно счесть их за индивиды, т.е. не исключена возможность, а в некоторых случаях она даже и доказана, независимого существования составляющих вид лишайника видов водоросли и гриба или симбиоза орхидей с ризоктонами. К тому же, по-видимому, систематика лишайников может быть построена по грибам, так как нет несомненных случаев (проверить!), когда один и тот же гриб дает два лишайника.

С другой стороны, есть ряд случаев, когда в состав лишайника одновременно входит несколько водорослей, иногда принадлежащих не только к разным родам, но и к разным порядкам. Поэтому, может быть, с морфологической точки зрения правы те систематики, которые совершенно выбрасывают лишайники из рассмотрения классов растений и растворяют их в грибки или присоединяют к грибам (как фон Веттштейн) в виде особого их подкласса. Но такой взгляд на лишайники невозможен с геохимической точки зрения: лишайники имеют совершенно особую функцию в химических процессах земной коры и являются чрезвычайно своеобразной и важной составной частью в строении живой материи, резко отличаясь от грибов и водорослей. (...) Однако уже указывалось, что геохимически мы должны рассматривать такие срастания как виды и строить из них живые вещества. Несомненно, мы находимся здесь только на пороге наших знаний, и трудно сказать, какие неожиданности для представлений об индивиде даст нам в будущем изучение такого рода сложных органических смесей.

В очень многих явлениях мы имеем дело с еще более темными и неизученными случаями. Нередко мы сталкиваемся с явлениями, когда некоторые постоянно присутствующие в организме и играющие в нем важную роль части возбуждают сомнения: являются ли они частями неделимого данного вида, или сросшимися с ним, или вросшими в него чужеродными неделимыми. Таковы, например, хлорофиллоносные клетки морских и пресноводных животных, которые сейчас начинают считаться зелеными водорослями, и так называемый ложный, или придаточный, желток – *Pseudovitellus* гистологов, различных тлей – *Aphididae*, также и других насекомых – из *Cicadidae*, *Psylloidea*, *Aleurodoidea*, *Cercopidae*, *Cicadellidae*, которые, по-видимому, правильно Шульц (1910) объяснил как симбиоз в теле тлей различных *Saccharomycetaceae* – дрожжевых грибков.

Здесь начинают перед нами вскрываться явления, может быть, во многих геохимических проявлениях аналогичные галлам.

Может быть, явление это еще более глубокого характера, если подтвердятся дальнейшими работами указания Портье и Бьерри о распространении бактерий симбионтос в жировых тканях млекопитающих – в нервах, яичнике и т.д.

Для очень многих организмов, даже однородных, в видовом отношении мы, как уже было указано раньше, тоже не можем брать в расчет индивиды, так как организмы эти не являются в природе в виде неделимых, но всегда дают сложные колониальные образования из многих неделимых, например колонии гидроидов, некоторых инфузорий и т.д. Для таких организмов для

исчисления живого вещества лучше всего брать за исходное не неделимое, а их колонии.

Колония является как бы сложным неделимым, и от нее есть все переходы к простым неделимым. Поэтому и в целом ряде биологических вопросов можно приравнивать к неделимому колонию, например, гидроида, тем более это необходимо делать в геохимических явлениях, где исчезают все морфологические особенности организмов. Для таких организмов мы будем под именем живого вещества подразумевать совокупность всех колоний данного вида организмов.

В целом ряде других случаев, далеких от обычных представлений о колониях, например во мхах, в растениях, обладающих корневищами, развивающихся от корней, пускаемых стеблями и т.п., чрезвычайно трудно найти границы неделимого и отличить его от пучка неделимых. Такие случаи должны решаться в каждом отдельном примере, и нельзя дать для них общего правила.

В частности, по отношению к корневищам или можно брать, когда это возможно, или все корневище со всеми находящимися на нем цветущими или приносящими плоды (для цветковых) растениями, или принимать за неделимое каждое цветущее растение, отделив произвольно к нему небольшую часть прилежащего корневища. По отношению к мхам приходится поступать так же, произвольно выделяя легко отделяемые и случайно отделенные в природе части мха как его неделимые. При всей неудовлетворительности формального признака найти другой мы не можем. Сфагновое болото нередко фактически является производным немногих неделимых, существующих иногда сотни тысяч лет и книзу непрерывно переходящих в торф. Где здесь дать «естественную» границу неделимого? Ее нет в природе в этом случае, и надо взять границу искусственную. Это необходимо при исчислении живого вещества, при сведении его к весу, составу и энергии. На этом примере мы особенно ясно видим недостаточность принятого нами при исчислении однородного живого вещества элемента – неделимого. Однако мы не можем сейчас заменить его другим, лучшим. {...}

Мы не будем применять к живому веществу те приемы изучения, которые мы применяем к мертвой материи, когда мы исходим из любого определения ее веса или объема. Если бы мы пошли другим путем, мы не выиграли бы многого. Получив известные удобства в одном отношении, мы одновременно создали бы себе новые большие затруднения в другом.

132. Раздробленность живой материи на мелкие части – неделимые, колонии и т.п. – является самой характерной ее особенностью. В этом отношении мы не имеем ничего похожего среди горных пород, с которыми нам при геохимическом изучении надо ее сравнивать. Отдаленную аналогию представляют минералы, но для минералов этот признак в геохимических проблемах не играет такой роли, как для живой материи, и может быть оставлен в стороне. Во-первых, мы изучаем геохимический эффект не минералов, а их ассоциаций – горных пород, реже – минеральных тел, а во-вторых, минерал является в общем химически *однородным телом*. Для анализа и изучения можно взять любую часть минерала, чтобы получить представление о химических свойствах как целого минерала, так и его комплексов. Благодаря однородности минерала для него нет минимального предела того его количества, которое

можно брать для изучения, чтобы получить о нем правильное представление. Для горной породы мы имеем уже минимальный предел, но этот предел довольно произволен и велик. Он тем больше, чем крупнее зерна горной породы, и вызывается ее неоднородностью. Для правильного суждения о составе всей горной породы мы должны даже брать ее *средние пробы*, искусственно составлять необходимые для изучения смеси.

В живой материи, в неделимых ее составляющих, мы имеем естественный минимум возможного для исследования вещества, необходимого для того, чтобы получить знание состава и энергии живого вещества. Меньше неделимого нельзя взять для анализа, так как состав неделимых неоднороден и его части химически различны. В то же время каждое неделимое автономно и действует в природе всюду, в том числе и в геохимических процессах, независимо от других его неделимых. В живом веществе мы изучаем лишь сумму эффектов этих неделимых. Живая материя всегда раздроблена. Поэтому, очевидно, из-за некоторых затруднений, иногда встречающихся при определении и нахождении неделимого, нам нет ни малейшей возможности терять естественное основание изучения живого вещества, составляющее его неделимое. Для каждого живого вещества есть свой минимум вещества, к которому должны сводиться его состав, и его вес, и его энергия, составляющие его неделимое и его аналог.

133. Во всех этих случаях, как для сборных неделимых, так и для колоний и симбиоза, мы имеем дело с формами *органических смесей*. И при углублении в эти явления мы можем ясно убедиться, что, *входя в органическую смесь, неделимое не остается неизменным, а в общем, явно меняется в своих свойствах.*

Здесь мы видим резкое отличие их от механических смесей живого вещества, для которых мы не имеем никаких оснований допускать такое изменение неделимых. Эти изменения, весьма вероятно, сказываются и в химическом составе, хотя до сих пор с этой точки зрения вопрос не был изучен. Но ход изменения очень резко сказывается морфологически. (...)

В симбиозах, к сожалению, это изменение прослежено в недостаточной степени, но оно резко бросается в глаза в случаях паразитизма, где изменение хозяина, например для *Euphorbia* при заражении грибом или в многочисленных случаях болезней, изучаемых в патологии, мы наблюдаем на каждом шагу.

Впрочем, при тех неуловимых переходах, которые наблюдаются между паразитизмом и симбиозом, мы должны допустить их и для симбиозов. Микоризы, клубеньки клевера и т.п. являются яркими примерами таких изменений.

Чрезвычайно важно изучение этих явлений с химической точки зрения в различных случаях паразитизма, так как мы знаем, что благодаря разному химическому составу паразит вытягивает из хозяина определенные вещества и тем самым резко влияет на его химические свойства, а следовательно, так или иначе и на геохимические явления. Так, мы имеем концентрацию Mn и P у разных ржавчинных грибов, например у *Claviceps purpurea* (до 53,88% P_2O_5 и 3,30% MnO по Рандору, 1857). К сожалению, малое количество наблюдений не позволяет здесь делать выводов, но не могу не отметить, что имеет огром-

ное значение изучение этих явлений с точки зрения приложения этих знаний к борьбе с паразитами.

Благодаря такому характеру элементов органических смесей видовых однородных живых веществ наши суждения о них еще больше зависят от меняющихся условий их существования и требуют для своего понимания еще большего количества эмпирических данных, чем наши суждения о механических смесях.

Здесь валовые анализы смеси приобретают особое значение.

ПОСТОРОННЕЕ ВЕЩЕСТВО В ОДНОРОДНОМ ЖИВОМ ВЕЩЕСТВЕ

134. Необходимость принимать во внимание некоторое количество стороннего организму вещества, нужного для его жизни, во время его учета связана с тем, что организм должен быть взят для исследования живым, т.е. не может быть вполне удален из той среды, в которой находится. К организму надо прибавить некоторое количество воздуха, необходимое для его дыхания во время взвешивания, и некоторое количество воды для водных организмов, обеспечивающее их поверхность от ненормального высыхания и позволяющее продолжение в тот же промежуток времени, по возможности, их газового обмена.

Что касается прилегающего к организму слоя воздуха, то принятие его а priori при определении веса организма встретило некоторые технические трудности. Мы взвешиваем организмы в воздухе, и поэтому проникающие организмы газы, находящиеся в соприкосновении с атмосферой, исчезают из нашего учета. Благодаря этому обычное взвешивание организма дает нам числа, не отвечающие тому количеству вещества, которое в действительности находится в организме; получаемые числа всегда ниже действительных. Тем более это справедливо по отношению к тому слою воздуха, который прилегает снаружи к организму. Он точно так же не отражается на получаемых числах взвешивания.

Несомненно, однако, все газы, проникающие организм, имеют большое значение в геохимических вопросах, так как они изменены в своем составе жизнедеятельностью организма и в таком измененном виде возвращаются в атмосферу, т.е. принимают участие в геохимических процессах.

Для их учета необходимо применять новые методы работы, пойти очень сложным путем. Однако при современном положении этого вопроса все такие более тонкие задания при первоначальном приближении к учету явлений могут быть нами временно оставлены в стороне, так как мы сейчас не имеем даже данных для веса организмов при обыкновенных условиях взвешивания. Мы вынуждены мириться с тем, что мы захватываем в изучаемое нами живое вещество только часть принадлежащих к нему газов, которая находится во время взвешивания в замкнутых пространствах или в растворе. При этом несомненно, что эта часть газов не представляет постоянную величину, но меняется во время биологических процессов, например газы, растворенные в крови организма и его жидкостях. К тому же при обычных валовых анализах мы нередко совершенно отбрасываем эти газы, и их состав не отражается на получаемом химическом составе.

Совершенно другое положение дел вытекает из необходимости взвешивания в живом, не умирающем состоянии водных организмов. Тут и на наших весах мы улавливаем необходимую прибавку.

Наиболее правильным приемом будет взвешивать такие организмы в воде и затем вычесть из этого веса вес слитой с организмов воды. В таком случае получаемая привеска отвечает тому тонкому слою воды, который пристаёт к организмам. Эту привеску мы тоже должны причислять к весу живого вещества – учитывать ее неизбежное положение в живом организме.

При взвешивании в воде исчезают из измерения только те части воды, находящиеся в организме, которые находятся в соприкосновении с внешней средой, т.е. с водой, в которой мы взвешивали организм. Для ее учета выгоднее быстро взвешивать вынутый из воды влажный организм.

Неизбежно при взвешивании организма причисление к его весу и той пыли и грязи, которые пристают к нему снаружи, проникают во все его отверстия и складки. Вымывать и очищать организмы мы не только не можем без траты огромного количества времени, делающей, в сущности, совершенно неисполнимым точное взвешивание организмов, но и по существу, когда мы берем организм как реальное природное тело и изучаем его проявление в окружающей природе в его скоплениях, т.е. в массовых эффектах. Мы не можем брать подчищенный организм, а должны брать его в том виде, в каком он находится в природе. Тем более что все вещество, которое находится на его поверхности, охвачено проявлениями его химизма и изменяется под его влиянием.

Пыль впитывается в кожу и химически изменяется: действуют потовые железы животных. Еще глубже срастаются с организмом пыль и механически приставшие более крупные части в растительных организмах – на коре дерева, в слоевидных лишайниках, во всех частях растений, куда они забиваются.

В частях растений – корнях, клубнях и т.п., соприкасающихся с почвой или аналогичной ей грязью водных бассейнов, нередко можно наблюдать совершенно непрерывный переход организма в гумусовое вещество почвы или грязи. Мы знаем, что образование гумуса при гибели организма есть процесс биохимический, и мы имеем здесь одну из очень мало обращавших на себя внимание форм биоценоза организмов.

Мы не можем отделить пыль и грязь от процессов жизни организма, и в среднем массовом проявлении такое привхождение пыли и посторонних частиц механически, внешним путем, без участия избирающей способности организма, является неразрывным характерным, постоянно геохимически проявляющимся свойством каждого живого вещества. Не отмывая и не очищая организм от приставших к его телу частиц, мы при его учете в виде живого вещества должны, однако, избавиться от механически захваченных им частиц почвы и т.п., явно не связанных с жизнедеятельностью организмов, недавно к нему приставших.

Совершенно то же самое можно сказать и по отношению к водным организмам, особенно тем, которые живут в морской грязи, в морском песке. Их отделить от песка невозможно, и грязь проникает их еще больше, чем наземные организмы, входит в целый ряд разнообразных химических процессов, с ними связанных, и должна быть учитываема как составная часть их живого

вещества. Как бы мы ни очищали такой организм от приставшей к нему грязи, это будет тщетной работой. К тому же очень часто нельзя решить, «случайно» ли пристала грязь к организму, или же она биологически для него необходима. Вместе с тем, если мы не будем принимать во внимание эту приставшую к водному организму бентоса грязь, мы не сможем правильно учесть геохимические процессы, здесь происходящие, так как они все находятся под влиянием организмов и не могут быть сведены к чисто химическим явлениям.

Я все время указывал здесь на вес организма, но, очевидно, все взвешенное вещество мы должны изучать с точки зрения его энергии и химического состава. И в числа, им отвечающие, войдут целиком все эти сторонние организму биологов части живого вещества.

В большинстве случаев все эти подмеси не составляют очень большой части веса живого вещества, правильно изученного.

Однако есть случаи, где они составляют большую часть по весу. Таковы, например, живые вещества Aphididae, ос, бактерий, тех галлов, в которых сосредоточены эти организмы в высших растениях. Мы видели, что мы должны причислять вещества галла к живому веществу организма, вызывающего образование галла.

Еще более резко это сказывается для таких микроскопических организмов, как, например, бактерии, протозоа, грибы, водоросли почв. Здесь мы неизбежно должны захватывать с ними часть окружающей мертвой среды, так как среда эта охвачена их биохимическими процессами. С геохимической точки зрения к живому веществу создающих гумус бактерий должна быть присоединена вся та часть мертвых органических веществ, которая охвачена в химическом изменении продуктами выделения этих бактерий, если таковые есть. Гумус почвы – весь живое вещество.

Но и помимо микроорганизмов почв, при учете живого вещества микроорганизмов мы никогда не можем в достаточной мере избавиться от вещества окружающей их среды, и оно всегда будет составлять заметную по весу часть их живого вещества.

НЕЖИВАЯ ЧАСТЬ ОРГАНИЗМОВ В ОДНОРОДНОМ ЖИВОМ ВЕЩЕСТВЕ

135. Совершенно неизбежно всегда принимать во внимание в течение изучаемого времени разнообразные выделения совокупности организмов и включать их в состав живого вещества.

Так, невозможно отделить от живого организма пот, кал, находящийся в кишках, или мочу в мочевом пузыре. Мы неизбежно взвешиваем их вместе с живым неделимым или колонией. Очевидно, если при поимке или во время процесса взвешивания и подготовки организма для анализа происходят такие выделения, они должны присчитываться к учитываемому живому веществу и изучаться вместе с ним.

В таких организмах, как паукообразные или гусеницы, выпускающие паутину, к весу комплекса организмов, к живому веществу, должна причисляться и выпущенная ими в течение опыта паутина. Должны причисляться и слизь, выпускаемая моллюсками, вода, выделяемая некоторыми деревьями,

выделения гусениц или тлей, не говоря уже о выделениях микроорганизмов, о которых упоминалось раньше.

Нельзя при этом не отметить, что, в сущности, значительная часть таких выделений или является переполненной новыми живыми частями вещества – паразитами, сапрофитами, не окончательно переваренными частями пищи, или чрезвычайно быстро используется организмом, или заселяется. Очень ярко это видно по отношению к экскрементам и моче.

Мы знаем, как быстро моча заселяется уробактериями; процесс ее биохимического разложения иногда начинается еще во время учета живого вещества. В экскрементах высших животных выносятся огромное количество продуктов паразитов – яйца, цисты, членики ленточных глистов, разные формы личиночных стадий Trematoda, например церкарии *Dirtomum*, самцы трихин и т.п. Это один из путей, которым вновь входит в общение с внешней средой то однородное живое вещество, которое составляет органическую смесь, от нее разобщенную.

Несомненно, это живое вещество, проникающее выделение организма, не принадлежит морфологически к данному виду, но геохимически оно от него неотделимо и должно быть к нему причислено, ибо в природных условиях оно участвует во всех геохимических проявлениях этого живого вещества, выделением которого оно является. Количество этих продуктов, выделяющихся в каждую единицу времени, зависит от свойств живого вещества и условий его общения и в общем представляет в среднем величину, для данного вида мало изменчивую.

Совершенно то же самое надо сказать и по отношению к другим продуктам организмов, причисляемым к данному живому веществу, – к теряемым им своим частям, пище и к его трупам.

Части организма, им теряемые, вследствие ли внешних случайностей его жизни или процессов его развития всегда не являются вполне отмершими и теснейшим образом связаны с живым веществом, нами изучаемым. Очевидно, дело идет только о тех частях организма, которые теряются во время процесса учета вещества, и их будет тем меньше, чем короче момент, в течение которого производится учет. Нельзя не обратить внимание на то, что потеря частей организмов не является вполне случайной с геохимической точки зрения. Так, во время листопада наших деревьев удаляется этим путем из организма значительная часть кальция, с волосами животных удаляются мышьяк и йод, с перьями некоторых птиц – медь и т.д.

В общей экономии природы количество таких отбросов очень велико, а так как оно связано с определенными биологическими условиями жизни организма (например, листопад деревьев, линька животных и т.п.), то это количество различно в разные времена года. Поэтому, очевидно, и с этой точки зрения далеко не безразлично, в какое время биологической истории данного организма оно берется для учета. Осенью, например, в наших широтах для деревьев потеря вещества с листопадом очень велика, весной для некоторых наших деревьев идет эта потеря в виде опадающих цветов и цветочной пыли, в другие времена года она составляет очень небольшую часть данного живого вещества. Отпадающие части не сразу умирают целиком и довольно быстро становятся добычей эпифитов, паразитов и сапрофитов. Здесь мы имеем это явление, пожалуй, еще более резко выраженным, чем для экскрементов и тому подобных выделений.

Нередко отмершие части остаются на организме, от него не отстают большее или меньшее количество времени. Так, например, для некоторых видов дуба (например, *Summir*, разновидность *Quercus* наших широт) характерно сохранение на дереве отмерших листьев, которые на нем гнивают. Значительная часть листьев листопада наших деревьев сохраняется на дереве более или менее долго. Листья, части эпидермиса, черенки, остатки стручков и т.п. части растений постоянно сохраняются на каждом растении, как сохраняются и на животном организме части зубов, волос, кожи и даже тела, уже отмершие и которые оно рано или поздно потеряет. Пальмы и древовидные папоротники сохраняют основание и черенки листьев, и стволы их покрыты умершими и отмирающими, медленно опадающими, но неотделимыми от живого организма частями растений.

Эти листья, например у пальмы *Copernicia tectorum* леса льяносов Южной Америки, остаются на стволах в течение нескольких лет.

Почти все, что сказано о выделениях организма и его опадающих частях, может быть сказано и по отношению к пище, которая находится внутри организмов при их жизни в форме живой материи. Очевидно, мы всегда взвешиваем организм совместно с находящейся в нем непереваренной пищей. Количество ее, например находящееся в желудке жвачных, бывает очень велико и составляет значительную часть всего веса организма. Это имеет место не только по отношению к животным, но и по отношению к растениям, не только к таким, как *Utricularia*, которые захватывают для пищи насекомых, но в каждом растении всегда находится в растворах или запасах неиспользованная пища. Голодное состояние организма, очевидно, не может считаться нормальным, и геохимически живое вещество всегда нормально переполнено пищей. Поэтому для среднего живого вещества находящуюся в нем пищу необходимо включать в понятие живого вещества. Совершенно так же, как пищу, необходимо включать и другие посторонние организму тела, которые им захватываются в течение его жизни. Одни из них попадают в организм совершенно случайно, но, несомненно, им изменяются и должны быть учитываемы, так как случайность в единичном случае является закономерным процессом в массовом ее проявлении.

Процесс этот совершенно подобен тому процессу, который связан с нахождением пыли на поверхности организма, и отличается только тем, что в данном случае посторонние части глубоко проникают в организм и более глубоко подвергаются изменению происходящими в нем химическими процессами. Таковы, например, те камешки, которые проглатываются некоторыми птицами, может быть, в связи с пищеварительными процессами, те кусочки и осколки скал, которые захватываются гифами лишайника, или та земля, которая постоянно проходит через пищевой аппарат червей или некоторых личинок насекомых. На этом последнем примере можно особенно ясно увидеть то различие, какое существует между организмом (неделимым) в понимании биолога и геохимика. С точки зрения биолога земля, проходящая через пищевой аппарат дождевого червя, не может считаться принадлежностью его тела: вес червя получится только тогда, когда мы очистим его от захваченной им земли. Совершенно другое понимание индивида дождевого червя должен иметь геохимик. В природе он имеет дело только с дождевым червем, захватывающим землю, проводящим ее через свой пищеварительный

аппарат, изменяющим при этом ее химически, и дождевой червь, лишенный содержащейся в нем земли, не будет тем естественным телом, которое подлежит его изучению. Только дождевой червь с содержимым своего пищеварительного аппарата будет неделимым однородного живого вещества. Едва ли к тому же химический состав так взятого однородного живого вещества для *Lumbriculus* будет случайным в зависимости от «случайности» состава почвы. Состав почвы, где живет данный вид *Lumbriculus*'а, не случаен с геохимической точки зрения: червь выбирает почву, ему подходящую, и поселяется только там, где находит нужные ему для жизни вещества, т.е. где он может совершать отвечающую ему геохимическую работу. Нельзя не отметить, что в данный момент и пища, находящаяся в органах организма, и почва, ими охваченная, пропитаны частями вещества не мертвого, а живого.

Наконец, как указано выше, необходимо принимать в состав живого вещества и те трупы (и те новые неделимые), которые образовались в течение интервала учета. По отношению к ним можно повторить все то, что сказано по отношению ко всему предыдущему. Необходимо иметь в виду, что мы берем очень короткий промежуток времени, а процесс умирания многоклеточного организма есть процесс длительный. В организме человека, например, жизнь некоторых клеток сохраняется десятками часов после смерти, а в течение 1/2–1 часа еще много элементов, составляющих его тело, остаются живыми. Можно сказать, что организм, умерший в течение времени учета, является в значительной части своей еще живым. Одноклеточный организм умирает вообще только от внешних случайных причин, и потому, очевидно, при массовом их учете эти случайности теряются в общей массе однородного живого вещества, из них составленного.

Необходимо еще отметить, что в геохимическом смысле в состав живого вещества входят целиком и все связанные с ним посторонние выделения вроде раковины моллюсков, брахиопод, некоторых ракообразных и т.п. Все вещество этих выделений целиком должно относиться к живому веществу. Как мы знаем, в некоторых случаях оно сильно превышает по весу остальное неделимое. Мы имеем здесь целый ряд различных случаев и форм таких выделений, например точно так же, как раковина моллюсков, должен учитываться и студенистый домик аппендикулярий или кокон паука или гусеницы. Однако, как всегда в естествознании, и здесь трудно иногда провести границу области, нами изучаемой. Есть все переходы от таких защитных образований, выделяемых секреторными процессами внутри организма, к таким же образованиям, строяемым ими из окружающего их мертвого вещества. Такие образования, как гнезда саланган, гнезда ос и т.п., не должны включаться в живое вещество, так как организм не связан с этими выделениями в одно неразрывное целое, хотя, несомненно, их выделения находятся в теснейшей связи с живым веществом и имеют, в общей массе взятые, геохимическое значение. Их приходится рассматривать отдельно, хотя иногда трудно решить, куда отнести такие образования, и во многих случаях мы будем причислять их к живому веществу, когда они непрерывно связаны с данным организмом, хотя вещество, в них входящее, не является его секретией, т.е. образовалось не биохимическим путем. Таковы, например, составленные из мельчайших камешков, связанных органическим веществом, оболочки некоторых *Rhizopoda*, например *Diffugia*.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗНОСТИ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА

136. Сложность однородного живого вещества сказывается наиболее резко в том, что для каждого вида или расы этих разностей получается несколько, в зависимости от биологии организма, от его приспособления к окружающей его среде.

Это связано с морфологической, а следовательно, и химической неоднородностью элементов однородного живого вещества – его особей, колоний и т.п.

Такие морфологические различия связаны с возрастом, полом, социальной структурой.

Мы уже видели, что колебания в количестве и характере этих морфологических элементов однородного живого вещества в течение времени образуют сезонные или периодические его разности.

Очень часто эти колебания идут так далеко, что на земной поверхности выделяются части одного и того же однородного живого вещества, различные по своим свойствам, благодаря резкому преобладанию того или другого из морфологически различных элементов однородного живого вещества.

Мы будем называть такие разности *биологическими разностями однородного живого вещества* и различать разности половые, *возрастные* и социальные. Очень часто мы изучаем живое вещество данного вида составленным из всех этих морфологически (и химически) различных элементов, причем мы берем их в тех количественных соотношениях, какие существуют в данный момент в природе.

Однако это зависит только от малого изучения живой природы в целом, обращения главного внимания на морфологию и физиологию организмов, а не на явления, связанные с ними в природе как с живым веществом.

В действительности мы наиболее часто встречаемся в природе с разделением однородного живого вещества на отдельные группы, в которых преобладают его морфологические (и, конечно, химические) разности, связанные с полом, возрастом или социальной структурой.

К сожалению, малая изученность этих явлений не позволяет нам охватить их во всем их объеме, и мы вынуждены давать о них понятие рассмотрением отдельных повторяющихся случаев, научно не классифицированных.

Сколько возможно, я попытаюсь подойти к такой классификации при рассмотрении отдельно возрастных, половых и социальных разностей однородных живых веществ, реально существующих в природе.

Начнем с *возрастных разностей*.

137. Наблюдение показывает, что состав однородного живого вещества бывает с точки зрения возраста составляющих его элементов очень различный.

Наиболее крайними случаями будут: 1) такие живые вещества, которые в природе составлены элементами всех возрастов или многих возрастов, и 2) такие живые вещества, которые никогда не наблюдаются в природе в совокупности всех входящих в их состав возрастных элементов. Возрасты резко разделены во времени.

Наблюдая окружающую нас природу – крупные растения и животных, мы можем убедиться, что совершенным исключением является тот случай, когда рождение на свет новых особей происходит непрерывно в течение всего года, т.е. когда непрерывно, всегда, в данном однородном живом веществе сосуществуют все возможные различные возрастные группы.

Таким организмом является человек, к которому эта способность, по-видимому, выработана многолетней культурной жизнью. Но и для культурного человека большинство зачатий относится к весеннему периоду – маю и июню, и существуют, следовательно, колебания численности возрастных групп, рождающихся в разные времена.

Среди млекопитающих мы наблюдаем ту же независимость половых периодов от времени года только у некоторых домашних животных, например у коз и ослов, по крайней мере в теплых странах.

У других животных существуют определенные периоды спаривания, им отвечают однородные живые вещества, то богатые, то бедные молодыми особями.

Так, например, состав вида диких животных или птиц будет резко колебаться в зависимости от времени года, так как у них рождение приурочивается к известным периодам года. В некоторые месяцы мы совершенно не будем иметь детских особей или яиц птиц, в другие мы будем иметь дело с большим количеством детских или полувзрослых неделимых. При этом меняется не только вес отвечающего виду живого вещества, но и его энергия и химический состав. Мы знаем, что химический процентный состав детского организма, яйца, семени иной, чем у взрослых особей.

Иногда такое различие бросается в глаза, например увеличение количества кальция в яйцах птиц, черепахах, некоторых пресмыкающихся. Во всех яйцах увеличивается процентное содержание калия и фосфора, в некоторых, например иногда у моллюсков, меди, цинка и т.д.

Состав яйца, так же как семян или спор, наиболее регулируется автономным организмом. В него не попадают случайные элементы.

Очевидно, эпохи, когда в данном однородном живом веществе наблюдается большое количество семян, спор, яиц, должны химически сказываться на его составе.

И это различие чрезвычайно редко наблюдается, когда однородное живое вещество состоит только из такой *возрастной разности*, которая составлена из яиц, семян или спор.

Такие возрастные разности особенно часто наблюдаются для растений и беспозвоночных животных.

Зимой в нашем климате многие одноклеточные растения сохраняются только в виде семян или спор – в латентной форме жизни. В сухое время на поверхности в пыли и земле, в падах и низинах – лужах и озерах сырого времени – многие ракообразные (*Arus* и т.п.), инфузории и прочие организмы сохраняются только в цистах и яйцах. Однако они наблюдаются и среди позвоночных, очень ярко выражены у амфибий – у лягушек, когда появляются в природе массы их яиц или головастиков.

Преобладая над взрослыми особями, они как возрастные разности данного однородного живого вещества даже образуют в природе самостоятельные скопления. Очень часто в некоторые времена года совершенно отсутствуют

взрослые или старые особи, а существуют лишь детские, молодые генерации. Это, например, мы резко видим у растений или насекомых. Очевидно, состав личинок жуков или гусениц бабочек далеко не одинаков с взрослыми неделимыми, и есть периоды в жизни природы, когда они совместно не наблюдаются. В таких случаях, очевидно, мы должны отдельно знать вес, энергию и химический состав возрастного однородного живого вещества данного вида или расы, резко меняющиеся, таким образом, в своем геохимическом значении в течение годового периода.

В теснейшей связи с этим находится и резко выраженное морфологическое различие. Как бесконечно велико оно для одного и того же растения, когда оно входит в состав биосферы, разнородного живого вещества в виде семян или в полном расцвете! Но помимо семян, здесь мы наблюдаем другую возрастную форму живого вещества.

Для некоторых растений, например для многолетних трав нашего климата, в течение зимних и осенних месяцев все их однородное живое вещество сосредоточивается в корнях, корневищах, клубнях, луковичах, очевидно далеко не идентичных по своим свойствам с однородным живым веществом того же растения в эпоху его цветения.

Морфологические различия между неделимыми разных возрастов, разных генераций одного и того же вида организмов огромны, а следовательно, огромны и различия – химические, энергетические, весовые – отвечающих им возрастным разностям однородного живого вещества.

Между гусеницами или личинками, куколками, imago насекомых эти различия бросаются в глаза всякому, но они не меньше, если не больше и в других группах организмов, например среди животных у ракообразных. Для растений наблюдаются резкие различия и в образовании возрастных разностей однородного живого вещества, и во многих других случаях, кроме указанных семенных, луковичных и тому подобных стадий. Так, например, мы наблюдаем такие возрастные разности для надземных генераций. Есть времена года, когда мхи и лишайники в наших широтах выражены только или почти в виде проталиев, а орхидеи иногда наблюдаются только в виде протокорм.

Количество таких возрастных разностей живого вещества изменяется в связи с биологическими условиями существования некоторых организмов. Мы нередко имеем много разных возрастных стадий. Так, например, для насекомых иногда явление усложняется так называемым гиперметаморфозом, когда у данного вида в связи с явлениями паразитизма появляется несколько стадий личинок и куколок. Явление это было сперва изучено Фабром (1857) для *Sitaris humeralis* (жук из семейства Meloidae) и позже оказалось свойственным и другим насекомым.

Сюда же должно быть отнесено и явление педогенезиса, открытое Н.П. Вагнером (1862), когда такие поколения личинок образуются без перехода в куколки, как это наблюдается в семействе Cecidomyiidae из Diptera. В разнообразии природы и бесконечных приспособлениях организмов к условиям их жизни мы наблюдаем многочисленные и разнообразные явления этого рода. Очень часто эти приспособления выражаются в инстинктах и привычках организмов, но им – в геохимических условиях – отвечают нахождения возрастных разностей однородного живого вещества и

правильное, закономерное изменение производимой им геохимической работы.

Так, некоторые высшие животные образуют временные возрастные скопления живого вещества. По Черкасову, изюбры в Восточной Сибири составляют стада в несколько сот голов только зимой. Перед наступлением теплого времени взрослые самцы оставляют стадо, где остаются только молодые изюбры и телята. Ко времени течки уходят и самки, образующие своеобразные половые скопления (полигамические стада).

Чрезвычайно резко связаны эти биологические разности у рыб и, может быть, вообще у морских организмов. Для многолетних рыб мы имеем особые стада и стайки мальков и взрослых рыб, больше того, рыбы одного возраста держатся вместе, отдаленно от рыб младших и старших возрастов. Может быть, это является простым, чисто механическим следствием случайностей их зарождения, может быть, связано с какими-нибудь нам неясными проявлениями социального инстинкта. Мы видим это деление однородного живого вещества на каждом шагу, так, например, для скатов Raja и Trugon в Черном море в бентосе, на различных отмелях и у разных берегов живут скопления разновозрастных, разного веса животных. Едва ли они химически идентичны.

Все эти биологические особенности, несомненно, не проходят бесследно в геохимическом отношении. В своей совокупности они образуют геохимию биосферы. Человек, истребляя диких животных, например тех же изюбров, нарушает не только картину природы, но и ход геохимических процессов. Любопытно, что он тоже среди рас создает временные возрастные разности, например в стадах телят.

ПОЛОВЫЕ РАЗНОСТИ ОДНОРОДНОГО ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА

138. Чрезвычайно своеобразной чертой строения однородного живого вещества является любопытная ее полярность, выражающаяся в существовании двух полов – мужского и женского.

Огромное количество видов организмов принадлежит к обоеполым разностям. Количество таких видов, где это свойство живой материи не проявляется, достигает нескольких тысяч, едва ли десятков тысяч, тогда как раздельно половые неделимые сосредоточены в нескольких миллионах видов. Выраженное весовым путем, это различие еще резче. Так что мы можем считать это свойство наиболее характерным и основным для живого вещества.

Несмотря на это, исходя из предложений более философского, чем научного, характера, предполагая, что жизнь началась на Земле когда-то из более простых организмов, допускают, что было время, когда на Земле существовала жизнь только бесполого вещества. Только путем долгой эволюции из него выработались половые разности. В этом представлении являются гипотезами, не основанными на фактах, и то, что жизнь на нашей планете имела вообще начало, и то, что при этом начале она была представлена самыми простыми и однообразными элементами.

В действительности половые разности уже ярко выражены в самых старых доступных нашему изучению слоях земной коры – в кембрии и в тех формах докембрийской фауны, которые сейчас перед нами открываются. Сверх сего

мы имеем многочисленные случаи, когда в видах, размножающихся половым путем и в которых представлены – морфологически – оба пола, начинается бесполое размножение, но мы не имеем одного случая обратного характера.

Поэтому, основываясь на фактическом материале, мы будем считать, что *половые различия в однородном живом веществе наблюдаются как яркий и характерный признак на всем протяжении доступной нашему изучению геологической истории Земли*. Нигде мы не видим геохимических процессов, где бы участвовала только живая материя без половых различий.

139. Эти половые разности всегда резко – иногда чрезвычайно резко – выражены морфологически. Уже поэтому, на основании общего принципа, мы должны считать, что неделимые разного пола химически различны и что эти различия будут проявляться и в элементарном составе. Надо ожидать, что и геохимический эффект обоих полов может быть различным.

Хотя явления эти изучены недостаточно, однако все, что мы знаем, указывает нам на это чрезвычайно ярко и заставляет настойчиво стремиться к систематическому изучению этих явлений ввиду большого научного и практического значения связанных с ними вопросов. Важно обратить внимание на химические различия разных полов не только с геохимической, но и с чисто биологической точки зрения, ибо вопрос о происхождении пола до сих пор является неясным, и очень возможно, что его разрешение связано как раз с изучением биохимии организма. Мы знаем и теперь, что иногда резко отличается по своему химическому составу. Например, мужские и женские особи *Limulus*, по старым, правда требующим проверки, наблюдениям Гента, отличаются очень резко по количеству в золе меди и железа. По опытам Готье известно, что мышьяк собирается различно в женских и мужских особях человека, что он концентрируется в менструальной жидкости и в женских волосах и т.п. Очевидно, мы должны наблюдать то же самое и для железа в организме человека, так как количество эритроцитов в женских и мужских организмах резко различно, а между тем, сколько можно худить по очень недостаточным данным о количестве железа в организме человека, оно главным образом определяется его содержанием в красных кровяных шариках (Бунге).

К сожалению, таких данных чрезвычайно мало, ибо до сих пор этот вопрос химически не изучался. А между тем на решение вопроса о поле в биологических дисциплинах, с ним связанных, потрачена огромная многовековая работа и скопилась огромная литература. Уже в 1909 г. Фюрбрингер (и раньше Гегенбаур) указывал, что полученный при этом результат не отвечает затраченному на него труду. Этот вывод не изменился за эти 12 лет, хотя темп работы и ее количество не только не уменьшились, но, даже, вероятно, увеличились. Очень возможно, что такой малый успех проблемы отчасти зависел от того, что вся работа шла исключительно в рамках морфологических данных и что биохимия была оставлена в стороне.

140. Исходя из этого, мы должны считать, что однородное живое вещество, состоящее из индивидов двух полов, представляет своеобразную механическую смесь и что в тех случаях, когда мужские или женские неделимые могут в природных условиях или находиться в смеси в неодинаковых количествах, или сходиться на нет, мы можем получить *половые разности однородного живого вещества*. Эти половые разности должны обладать разным

химическим составом, следовательно, должны различным образом влиять на геохимические процессы.

Мыслимы для каждого такого однородного живого вещества следующие половые разности:

- 1) смесь обоих компонентов – мужского и женского, без ясного преобладания того или другого;
- 2) смесь их, в которой преобладает мужской компонент;
- 3) смесь их, в которой преобладает женский компонент;
- 4) один мужской компонент;
- 5) один женский компонент.

Наблюдая бесконечное разнообразие явлений природы, мы действительно встречаем в ней все эти *пять* возможных половых разностей, причем их образование идет двояким резко различным путем, и одно и то же однородное живое вещество в разных случаях, в разные времена и в разных местностях дает те или иные из этих разностей.

Образование таких разностей, с одной стороны, связано с малоизвестными нам внутренними свойствами организма, а с другой – с более или менее изменчивыми условиями его биологической жизни, его инстинктов, привычек, влияния внешней среды. Несомненно, существуют переходы между этими двумя явлениями, так что мы далеко не всегда можем провести между ними границу. Тем более что для животного (и растительного?) организма проявления привычек – инстинкта в широком его понимании – сводятся, вероятно, тоже к внутренним свойствам организма, являются для него столь же характерными видовыми признаками, как не связанное как будто с его психической жизнью появление при рождении определенного количества мужских и женских неделимых, образующих природную смесь.

При этом появление различных половых смесей и по составу и по происхождению оказывается чрезвычайно распространенным.

141. Обращаясь к внутренним свойствам организма, мы замечаем, что есть постоянное, трудно меняющееся число, которое выражает отношение между рождающимися неделимыми разного пола.

Колебания, которые при этом наблюдаются, как для разных видов, так и в пределах одного и того же вида в разных экологических и географических условиях его нахождения, очевидно, зависят от тех явлений внутреннего характера, которые обуславливают зарождение после оплодотворения из яйца или семени мужского или женского индивида.

Наибольшее количество наблюдений этого рода сделано над животными организмами.

В основу изучения этого явления кладется определение так называемого *показателя мужских рождений*. Оно давно обращало на себя внимание, и имеется довольно много относящихся сюда определений, главным образом для разных классов животного царства, но все же их недостаточно для получения общей картины.

Для самых различных групп мы имеем это отношение близким к единице (относят к 100). Это наблюдается для человека, где в среднем показатель равен 105,8–106,7, в среднем 106,3 для Европы. Он меняется, как увидим дальше, с географическими и расовыми условиями. Более или менее хорошо он

изучен для домашних животных:

Свинья	111,8	(Вилькенс)	Лошадь	99,7	(Дарвин)
Овца	97,7	(Дарвин)		98,3	(Дюдинг)
Бык	94,4	(Дарвин)		97,3	(Вилькенс)
	107,3	(Вилькенс)	Собака	104,5	(Лейкарт)
				110,0	(Дарвин)

То же наблюдается у многих хищных млекопитающих, четвероруких. Среди птиц – у хищных, некоторых Gallinaceae, Palmipedes, Passeres (максимальный у голубей – 115%), у большинства рыб. Колебания в числе особей незначительны у многих Lepidoptera и других насекомых. Для Lepidoptera имеются наблюдения Штандфуса над многими тысячами неделимых. Здесь этот показатель равен 101–117.

Аналогичные случаи мы имеем и среди растений. Так, например, для *Mercurialis annua* этот показатель равен 106, т.е. совершенно такому же числу, какое наблюдается для человека.

Во всех этих случаях в обычных условиях мы должны ждать половой разности первого рода, когда количество мужских и женских особей почти одинаково и химические свойства живого вещества будут приблизительно средними между химическим составом мужского и женского неделимого. {...}

Обычно в комплексе такого живого вещества $A + B$, где A – количество мужских, а B – количество женских особей, можно лишь наблюдать ослабление влияния тех или иных из них. Среди позвоночных очень часто ослабляется фактор A . Так, у жвачных, грызунов, некоторых хищных количество самок преобладает над количеством самцов, например, по Фришу, для кошек $A : B = 1 : 20$.

{...} Особенно много таких случаев, когда преобладают женские особи, т.е. третья половая разность. Так, для позвоночных есть указания этого рода для рыб и для птиц. Среди рыб иногда самцы так редки, что не могли быть найдены. Так, у *Cobitis taenia* и *Cobitis fossilis* их не нашел Патке. Возможно, однако, что это связано с трудностью различения самцов и самок по внешним морфологическим признакам.

Для птиц это выражено временами. Так, например, по Ф. Берленешу, первые годовые выводки диких птиц в наших широтах состоят почти исключительно из самцов, вторые – из самок. Здесь мы видим разделение живого вещества пополам, несомненно отражающееся и в его геохимических проявлениях.

Очень распространено такое явление среди некоторых групп насекомых. Может быть, оно здесь связано с переходом к партеногенезису, может быть, со своеобразным социальным строем (например, у пчел). Но есть случаи, когда мы это объяснить не умеем. Так, у *комаров*, целыми тучами собирающихся в лесах и болотах севера, в высоких широтах умеренного пояса и арктических областей, наблюдались лишь самки. Для *Rhodites rosae* (из *Cynipidae*) на несколько сот самок встречается один самец. По Келликеру, для *Asterias rubens* показатель мужских рождений 2%, по Лейкарту, для некоторых нематод еще меньше. В паразитной *Hymenoptera* Эмлетон нашел это число равным 0,1%.

Здесь мы имеем почти чистую женскую половую разность живого вещества, полученную первичным путем.

Чрезвычайно обычны такие случаи женских половых разностей среди *растений*. Тут мы имеем уже совсем чистые разности. Так, *Stratiotes aloides*, наблюдаемый в Европе и Северной Азии, в Северной Европе известен только в виде женских особей. На огромных пространствах для финиковой пальмы, например в Египте, разводятся искони только женские особи, а для оплодотворения достают мужские цветки издалека – из пустыни.

Азиатская плакучая ива (*Salix babilonica fragilis*) при культуре в Европе дает только женские особи. Очень яркий пример представляет *Elodea*. С конца 1830-х годов в Европе стало распространяться североамериканское растение *Elodea canadensis*, заселившее теперь все наши воды. Везде мы имеем для нее только женские особи. *Elodea canadensis* образует иногда скопления, которые, например в реках Северной Германии, затрудняют судоходство.

Гораздо реже получаются, по-видимому, *мужские половые разности* этим путем. По Мейнеке, показатель мужских рождений у некоторых *Lepidoptera* доходит до 400% и, может быть, подымается и выше. Еще резче это наблюдается в насаждениях пирамидального тополя (*Populus italica* = *P. pyramidalis*), который у нас представлен почти исключительно мужскими экземплярами, искусственно отбираемыми.

142. Эти явления образования половых разностей под влиянием изменения количества особей каждого пола при рождении не остаются неизменными. Они могут меняться под влиянием причин, которые являются для нас неизвестными.

По-видимому они меняются в связи с изменением внешней среды и условий питания организма. Так, показатель мужских рождений для обыкновенной лягушки (*Rana*), по Пфлюгеру, резко меняется в связи с ее происхождением (от 13,2 до 46,7%).

Может быть, это связано с условиями питания. Существуют многочисленные опыты над влиянием питания на беспозвоночных, которые, по-видимому, показывают, что при обильном питании увеличивается число женских особей. Но вывод этот не может считаться доказанным.

Для *Phyllopoda* есть наблюдения над влиянием солености воды, которая как будто повышает показатель мужских рождений.

Вероятно, в ближайшее время получатся данные, которые выяснят этот вопрос. Но пока мы можем только указать на то, что этот признак не является неподвижным и что, очевидно, он должен меняться в зависимости от географических и экологических условий существования.

Получить общую картину явления мы сейчас еще не можем. Для этого нет достаточных данных.

Еще разнообразнее те половые разности однородного живого вещества, которые получаются благодаря биологическим условиям жизни организмов, хотя бы они давали потомство с близким количеством особей каждого пола.

Эти проявления мы видим на каждом шагу. Они связаны с нравами, инстинктами организмов, взаимоотношениями их разных видов. Иногда такие половые разности, например у многих животных, реже у растений, образуются временно, простым разделением полов, иногда же они связаны с временным исчезновением какого-нибудь пола. В нашей современной природе

эти нестойкие, чрезвычайно чувствительные к изменению влияний внешней среды половые разности меняются еще и под влиянием человека.

Очень обычны такие половые разности среди млекопитающих, самки которых отделены от самцов в течение тех или иных периодов их жизни или когда количество самцов (при полигамии), например у домашнего рогатого скота, ничтожно по сравнению с количеством самок. Здесь благодаря различному значению самцов и самок в человеческой жизни изменения в общем складе живого вещества производит человек. Он действует сам, прямым культурным видоизменением, уничтожая самцов в культурных расах (например, у быков или овец) и создавая скопления однородного живого вещества одного пола или меняя соответственным образом соотношения полов у диких видов организмов. Как пример последнего рода можно привести те изменения, которые человек вносит в жизнь птиц. В неволю – а иногда и при охоте – попадают главным образом самцы, и этим путем изменяется соотношение полов в природе, где у птиц самцы значительно преобладают над самками.

Но те же явления наблюдаются в природе, не тронутой или мало тронутой человеком, в связи с исконной биологией различных организмов.

Так, среди высших животных косяки диких лошадей состоят в известные периоды из самок с одним жеребцом. То же самое мы наблюдаем у изюбров в Забайкалье. С весны собравшееся, зимой их стадо раскалывается, а в период спаривания образуются косяки из 10–15 и больше маток и одного быка. Популяция *Phoca proboscideus*, вводимая на островах около Новой Зеландии, по Фрейсинэ, в периоды кормления детенышей разделяется на две части: самки находятся на острове и окружаются плавающими в море самцами, их оттуда не выпускающими. Фрейсинэ объясняет это явление инстинктом охраны потомства, так как в море находятся опасные для тюленя враги. С геохимической точки зрения мы видим здесь временное образование женских и мужских половых разностей одного и того же однородного живого вещества, находящегося рядом.

В других случаях и в других группах организмов эти разности разделяются еще более резко.

Так, например, среди бабочек, в тучах их, носящихся на солнце на берегу р. Тэффе (приток р. Амазонки), Бэтс наблюдал почти исключительно самцов. Самки их прячутся в лесах. Иногда в хорошую погоду бабочки-самцы *Symphachia trochilus* и *S. colubris* «буквально кишат». Мы можем заметить то же и у растений. Так, например, для целого ряда *Hydrocharitaceae* в известных стадиях их жизни – для *Vallisneria*, *Elodea*, *Hydrilla* женские особи целиком поднимаются на поверхность воды, тогда как мужские растут на дне и на поверхность поднимаются только их цветки. У *gar* (*Somateria mollissima*) самцы плавают малыми стайками отдельно от самок на берегах Белого моря или Ледовитого океана.

Еще большее значение имеют те случаи, когда в данный момент в природе существуют только особи одного и того же пола, или случаи, когда вследствие тех или иных причин особи одного пола чрезвычайно преуменьшены в количественном отношении. Это последнее явление мы наблюдаем, например, у пауков, среди которых встречаем обычно только самок. Самцы погибают или умерщвляются самками.

Несомненно, внимательное изучение природы дает нам огромное количество наблюдений этого рода и позволяет охватить тот тонкий механизм, посредством которого временным или постоянным преобладанием того или иного пола в частях однородного живого вещества регулируется геохимическая работа организмов в коре выветривания. Эти колебания и эти половые различия однородного живого вещества теснейшим образом связаны с другим, гораздо более общим и грандиозным биологическим явлением природы – сменой морфологически различных поколений. Их необходимо рассматривать совместно.

СМЕНА МОРФОЛОГИЧЕСКИ РАЗЛИЧНЫХ ПОКОЛЕНИЙ

143. Явления *смены поколений* и партеногенезиса были замечены еще в XVIII и даже в XVII столетиях, но получили правильную оценку лишь в XIX в., хотя, может быть, и до сих пор еще их реальное значение в истории природы не оценено в должной мере.

Явления чередований поколений были для тлей указаны уже в 1697 г. Левенгуком, но он не понял значения явления, не дал его общего охвата. В XVIII в. вошли они в сознание натуралистов, когда перед человечеством открылась впервые картина тех поразительных явлений, которые проходят перед нами в нас окружающем во многом чудесном мире насекомых. Реомюр, Бонне, де Геер впервые раскрыли существование для одного и того же мира организмов – для тлей – поколений, происшедших бесполом путем (крылатых и бескрылых) и путем половым.

Работы Бонне, вышедшие в 1745 г., установили и смену поколений Aphididae, и партеногенетический характер происхождения ряда их летних поколений. Уже по представлению Бонне, вышедшая весной из оплодотворенного яйца самка (la puserone) дает – без оплодотворения – живых детенышей. Выросшие особи дают – без оплодотворения – новое поколение самок, и после ряда таких бесполом путем происшедших поколений получается к концу лета поколение из самцов и самок, яички которых весной дают начало поколению самок. Однополый характер летних поколений (самки) был ясен Бонне, и уже потом появились попытки открыть у них гермафродитизм. Бонне уже видел однополую однородную живую материю {...}

С середины XVIII в. эти вопросы не выходили из поля зрения натуралистов. История этих исследований – прекрасный пример глубокого философского и научного значения всякого незначительного явления природы, раз только мы возьмем его правильно, т.е. широко и полно. Целый ряд крупных обобщений естествознания связан с изучением тли. И все же работа эта недостаточна.

Морфологическая и физиологическая стороны биологии тлей скрыли от нас ее геохимическую роль.

Внимание было обращено одновременно на две стороны. С одной стороны, изучались явления партеногенезиса, размножения без оплодотворения у ряда организмов, обладающих раздельными полами, у высокоорганизованных, не микроскопических, как мы теперь говорим, многоклеточных. С другой – изучалась смена поколений, происшедших тем или иным бесполом делением и половым – конъюгацией – путем у одноклеточных. Aphididae

явилась лишь одним частным случаем в широкой мере распространенного явления природы. И значение его выяснилось нами постепенно и очень медленно.

Почти одновременно с Бонне в 1744 г. Тремблей открыл бесполое размножение почкованием у гидры – открытие, оказавшее могущественное влияние на человеческую мысль. В 1767 г. Спалланцани, обобщив вековой опыт садоводов, указал на постоянно идущее бесполое размножение ряда самых обычных двудольных растений без оплодотворения – конопля, тыква, дыня, шпинат и т.д. Эти работы не обратили на себя внимания. Признание партеногенезиса у растений вошло в жизнь лишь в середине XIX столетия.

К этому времени выявились явления бесполого размножения и смены поколений морских животных, и несколько позже – паразитных червей. В 1819 г. поэт и натуралист Шамиссо впервые во время русской кругосветной экспедиции Коцебу открыл смену поколений у сальп и указал, что виды их, казавшиеся независимыми, являются различными поколениями одного и того же вида. Но и первоначальные наблюдения, относившие их к различным живым веществам – видам, не были вполне ошибочными. В разное время однородное живое вещество сальп является действительно различным и с геохимической точки зрения требует отдельного изучения. Работы Шамиссо и открытие в 1828 г. французским ученым А. Мильн-Эдвардсом такой же смены поколений у асцидий, сделанное им независимо от Шамиссо, о работах которого он ничего не знал, не обратили на себя внимания до блестящих исследований великого натуралиста норвежского пастора Сарса, впервые в 1835 г. охватившего этот вопрос во всем его значении. С тех пор он вошел в сознание натуралистов.

В геохимию он входит только теперь. В ней явление это выражается *существованием для одного и того же организма в разное время нескольких различных однородных живых веществ – половых и возрастных разностей.*

Чередование бесполой и половой – по генезису – поколений оказалось чрезвычайно распространенным в природе, причем это признак, изменчивый для одного и того же вида в связи с условиями его жизни. Для громадного количества растений и беспозвоночных животных мы наблюдаем резко выраженную смену поколений, причем половые поколения чередуются поколениями, происшедшими без оплодотворения, партеногенетическим путем. Благодаря этому в известные времена, иногда в течение многих лет, образуются своеобразные однополюе скопления живого вещества и не наблюдаются совершенно особи другого пола. Здесь встречены оба возможных случая. Так, очень часто партеногенетически получают только самки (так называемая *телитония*). Это мы наблюдаем, например, у многих тлей Aphididae.

В частности, для хермесов было известно долгое время только партеногенетическое размножение – только самки. И. Лейкарт считал это не типичным примером партеногенезиса. В 1887 г. Блакмани нашел самцов, но, по мнению такого знатока хермесов, как Холодковский (1898), некоторые виды или подвиды хермесов действительно партеногенетичны и не имеют самцов, например *Chermes lapponicus Cholodk* (на пихте) и *Chermes abietis Kalt*. Можно заметить для всего рода *Chermes* постепенное установление партеногенезиса, связанное с исчезанием крылатых генераций, и Холодковский думает, что среди этих мелких организмов происходит сейчас создание новых видов,

размножающихся только партеногенетически, т.е. их живое вещество дает только одну половую разность.

Помимо *Chermes*, отсутствие самцов наблюдается и у других *Aphididae*, например для *Aphis gossypii*, развивающейся массами и вредящей огурцам, тыквам, дыням, хлопчатнику.

Сюда же относятся некоторые виды *Cynipidae*. У других партеногенетическое размножение, т.е. нахождение одних только самок, наблюдается лишь в течение ряда поколений, несколько лет, и затем существует обоеполое поколение. Нельзя не отметить, что эти различные и сложные формы живой материи у тлей не являются чем-то не важным в истории живого вещества на земной поверхности. Тли – очень разнообразные по своим формам – распространены на всей земной поверхности, главным образом в умеренном поясе; известно сейчас уже более 700 их видов. Мы увидим ниже, что в некоторых фаунах количество их по весу составляет заметную часть вещества насекомых. Их биология далеко не прослежена для огромного большинства видов, тем не менее можно сейчас с уверенностью говорить о тех изменениях, какие в разные времена и в разных местах претерпевает отвечающее им живое вещество. Для многих видов тлей (например, для *Chermes viridis* Ratz) явление усложняется еще тем, что неделимые одного пола полиморфны, причем для хермесов партеногенезис и полиморфизм, по словам одного из внимательнейших исследователей этой группы организмов, Н.А. Холодковского, «достигают здесь такого сильного развития, как нигде более в животном царстве». В простейших случаях у хермесов (*Ch. viridis*) мы имеем четыре различных девственных поколения, правильно чередующихся с обоеполыми поколениями; у других хермесов (например, *Ch. abietis* Ratz) для одного из девственных рядов («плодоносок») есть две полиморфные разности («плодоноски» и «поселенцы»), существующие одновременно, однако судьбы их разные. Так, для *Chermes pectinatae* Cholodk жившие на пихте плодоноски и поселенцы в дальнейшем разделяются на два половых живых вещества. Плодоноски улетают с пихты на ель, а поселенцы остаются на пихте, давая дальше такие же бескрылые разности. Появление поколений самок наблюдается не только у *Aphididae*, оно известно и для других отделов насекомых, например для бабочек (*Solenobia*, *Psyche*), жуков (*Otiorrhynchus turca*, *O. ligustici*). Оно же наблюдается и в других классах организмов, так, например, коловратки (*Rotatoria*) дают нередко партеногенетическим путем из яиц несколько поколений самок, к концу же лета из яиц получают и самцы, по видимому, вследствие особых условий питания. У ракообразных – *Cladocera*, *Brachiopoda*, *Ostracoda* – существует целый ряд партеногенетически размножающихся самок, прежде чем появится поколение самцов.

Другим случаем образования половых разностей живого вещества при смене поколений будет образование мужской половой разности. Это аррентения. Мы наблюдаем ее, например, у некоторых ос – *Vespidae*, пилильщиков – *Tenthredinidae*, наконец, у пчел.

Чрезвычайно характерно, что все эти явления подвержены дистальным или быстрым изменениям в связи с внешними условиями жизни. Так, филоксеры, привезенная в Европу из Америки, потеряла способность к половому размножению – у нее выпала крылатая генерация самцов (проверить), у хермесов (*Ch. viridis*), по наблюдениям Маршалла, наблюдается исчезнове-

ние генерации самцов (спанандрия) при перемене хозяина, на котором они встречаются. Он не дает их на *Picea excelsa* и дает генерацию самцов на *Picea caucasica*. Полярная ива всегда размножается партеногенетически и т.д.

Чем больше мы присматриваемся к явлениям этого рода, тем больше убеждаемся в том, что такая смена поколений проникает живое вещество чрезвычайно глубоко. Наблюдения XIX в. перенесли эти явления в микроскопический мир организмов. И здесь, например для *Flagellata*, мы наблюдаем ясно выраженный этот цикл. Для каждого вида флагеллат мы имеем несколько половых однородных живых веществ, учесть которые, однако, мы не можем, так как смена их происходит очень быстро – некоторые из них существуют лишь дни, может быть, часы.

СОЦИАЛЬНЫЕ РАЗНОСТИ ОДНОРОДНОГО ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА

144. В сложных явлениях смены морфологически различных поколений обнаруживаются не только половые различия организмов, но и биологически важные проявления полиморфизма, связанного с социальной структурой, значение которого в геохимических явлениях нам до сих пор не ясно. По-видимому, такой полиморфизм элементов однородного живого вещества имеет в геохимических процессах значительно меньше значения, чем выделения половых разностей однородного живого вещества.

Полиморфизм этого рода, однако, широко распространен в природе. При социальном полиморфизме наблюдается одновременное присутствие – постоянное и неизменное – обоих полов, бесполой или гермафродитных разностей. Это мы наблюдаем, например, у муравьев, термитов, ос, пчел, разных *Pseudoneuroptera*, при этом и здесь некоторые разности, например самцы у пчел – трутни, не существуют непрерывно весь год, а уничтожаются по исполнении ими их обязанностей. Точно так же и для выращивания царицы-матки остаются немногие представители. Очевидно, для таких полиморфных видов мы имеем разные формы однородного живого вещества в зависимости от того, возьмем ли мы всю совокупность неделимых, как она есть, т.е., например, для пчел-трутней, рабочих пчел и маток вместе в том количественном соотношении неделимых, какое существует, или же будем изучать отдельно представителей каждой разности.

Для социальных структур животных с геохимической точки зрения возможны и дальнейшие усложнения. У муравьев мы имеем в природе иногда сложный тип сожительства, когда тесно перемешаны отдельные виды, например у муравьев-рабовладельцев. В таком случае необходимо учитывать иногда геохимический эффект целого и не брать во внимание различие видов, составляющих такой тесный ценобиоз организмов.

Во всех рассмотренных случаях социальная структура состоит из особей. Но, по-видимому, необходимо распространить эти явления и на те колонии, которые, как мы видели, могут являться элементами однородного живого вещества. Понятие сообщества среди организмов есть понятие сложное. Между сообществом, обладающим социальной структурой, и колонией есть все переходы. Колонию можно рассматривать как особый тип социального организма, социальной структуры. Мы видели, что для колониальных организмов мы

должны принимать живое вещество составленным из совокупности колоний, а не совокупности особей. Так как полиморфизм имеет место и среди особей колоний, то нередко получаются осложнения при таком построении живого вещества. Так, например, для большинства гидроидных полипов различают два типа особей – полипоиды и медузоиды. Однородное вещество гидроидных полипов, очевидно, должно захватывать медузоидов и полипоидов в тех их взаимных соотношениях, какие существуют в колониях. Но медузоиды не всегда прикреплены к колонии, они могут отрываться от них в виде медуз – иногда огромными массами – плавать свободно. Очевидно, в этом последнем случае мы имеем вторую форму однородного живого вещества у гидроидного полипа, отличную от обычной. Геохимически, конечно, она сильно отличается от обычного живого вещества гидроидного полипа. У них наблюдаются к тому же еще более сложные случаи. В колонии *Podocoryne cornea* различают: полипоиды, медузоиды, спиральные зооиды, скелетные зооиды. Несомненно, они различны и по весу, и по химическому составу, но с геохимической точки зрения и здесь мы должны выделять только медузоидов в состоянии медуз, а остальные полиморфные особи колонии не имеют самостоятельного значения. В колониях наблюдается разделение живого вещества и в связи с полом. Так, для *Sephalodiscus dodecalophys* (из Pterobranchia), известного для Магелланова пролива, наблюдались только женские особи.

На рассмотренных явлениях полового и социального полиморфизма и на периодичности их проявлений не заканчивается сложность живого вещества. Мы уже видели, что в целом ряде случаев мы неизбежно изучаем его совместно с посторонними включениями, с неделимыми других однородных живых веществ в виде паразитов, эпифитов и т.п. – в форме механических, главным образом органических, смесей. И среди них мы имеем известную периодичность их появлений и соответственно с этим изменение свойств и характера подлежащего изучению живого вещества. Так, например, орхидеи (Венерин башмачок) в известный период своей жизни встречаются только в виде корневища. В этот период эта орхидея совершенно лишена тех грибов, с которыми она находится в жизненном симбиозе, и, очевидно, отвечающее ей живое вещество иное, чем то, которое будет отвечать этой орхидее в момент яркого проявления ее симбиоза с грибом.

Эти явления нередко усложняются тем, что одновременно мы видим проявления полового, социального и паразитического полиморфизма, дающего нам для каждого вида в природных условиях несколько однородных живых веществ, предельно чередующихся во времени. Так, для {...} (*Ficus carica* из семейства Moraceae) мы имеем неделимые с женскими соцветиями (*Ficus*) и с соцветиями мужскими и женскими (*Caprificus*) и, таким образом, можем выделить женское и гермафродитное однородные живые вещества. Но на этом явление не кончается. Оплодотворение смоковницы происходит с помощью ос. Эти осы дают в женских цветках особые галлы, причем женские цветки являются диморфными и галлы ос приспособлены главным образом к той их разности, которая характерна для каприфика. Мы имеем здесь {...} однородное живое вещество, связанное с *Ficus carica*, – галловое живое вещество.

Всюду на каждом шагу видим мы сложность того понятия, какое мы выражаем однородным живым веществом. Эта сложность является не чем иным, как проявлением сложности, бесконечного разнообразия природы. Она будет

увеличиваться по мере нашего углубления в ее изучение. Для ее охвата мы не имеем никаких иных путей, кроме изучения отдельных частных случаев, индивидуализации нашей работы в каждом из них, ибо по мере того, как мы будем объединять наши изученные частные случаи – типы однородных живых веществ, перед нами возникнут новые, которые не войдут в те общие рамки, которые наша обобщающая мысль всегда строит на основании начальных наблюдений.

ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО В ГЕОЛОГИЧЕСКОМ ВРЕМЕНИ

145. Помимо небольших изменений живого вещества во времени, носящих периодический характер, мы наблюдаем другой – необратимый – процесс, изменение его в течение геологических периодов.

В этом случае живое вещество претерпевает коренное изменение и морфология биосферы резко меняется. Огромное большинство видов организмов изменяется, и в каждую геологическую эпоху мир организмов имеет совершенно иной характер.

Очевидно, этому другому миру организмов отвечает и другое живое вещество. Живые однородные вещества меняются на поверхности нашей планеты – меняются их химический состав, их вес, их энергия и все другие свойства, которые мы можем изучать в современной картине биосферы.

Очевидно, если современная картина живого вещества не изучена, то еще менее изучена картина смены одного живого вещества другим в течение геологического времени. Здесь даже первые штрихи едва затронуты.

Изучение геологии живого вещества, очевидно, встречается с большими трудностями, так как мы не имеем возможности его наблюдать, а должны восстанавливать картину былого на основании сравнения с настоящим. Она может быть дана только тогда, когда будет хорошо изучена современная история однородных живых веществ.

Можно отметить, что, по-видимому, во все геологические эпохи мы имеем в общих чертах неизменно одну и ту же картину. Так, есть указания на неизменность всех тех разностей однородного живого вещества, какие мы наблюдаем и теперь. К сожалению, однако, мы лишь в самом общем виде можем сейчас восстановить картину этого процесса, так как биология явлений мало обращала на себя внимание геологов и палеонтологов.

Несомненно, начиная с древнейшего палеозоя мы имеем указания на существование в природе тех же сгущений и разрежений живого вещества, какие мы наблюдаем и ныне. Легко убедиться, что мы имеем уже в кембрии те же самые типы морских биоценозов, какие мы имеем теперь. На их основании мы должны допустить и существование таких их проявлений, которые не оставляют следов, например нахождение таких планктонных сгущений. Во все геологические периоды наблюдается та же самая картина, хотя морфологический состав этих сгущений и разрежений резко меняется. Но никакой эволюции в этих формах проявления живого вещества мы, по-видимому, не наблюдаем в течение всего геологического времени, как не наблюдаем ее и в структуре живого вещества, с таким нахождением теснейшим образом связанной.

Для сухопутных сгущений и разрежений наши знания не идут так глубоко, как для морских, но указания на леса мы имеем уже в древнейших значительных растительных отложениях с девонской эпохи, и все указывает нам на то, что те же самые явления должны были наблюдаться и много раньше, так как в девонскую эпоху мы встречаем уже сложно развившийся растительный мир, далеко уходящий в прошлое. Если подтвердятся представления Вальтера и других о развитии пустынь в древнем палеозое, то, очевидно, и здесь мы имеем указания на существование таких же сгущений и разрежений, какие мы наблюдаем и ныне.

Наконец, как указано раньше, работы финских геологов, в частности Сердгольма, заставляют нас предполагать существование их и для архейского периода ввиду идентичности физико-географических условий того времени с современным периодом.

В этих древних сгущениях мы встречаемся с теми же преобладаниями отдельных однородных живых веществ, какие наблюдаются и ныне. Одни и те же организмы составляют фон палеозойских коралловых рифов. Всюду, начиная с палеозоя и мезозоя, мы наблюдаем банки двустворок, состоящие на значительном протяжении из неделимых тех же видов. <...> Отложения корненожек – нуммулитов и т.п. указывают на существование сгущений, где преобладало одно и то же однородное живое вещество. Однообразны по составу бывали иногда леса пермской и каменноугольной эпох и т.п.

Очевидно, это все указывает нам на то, что те же самые явления социальной определенности определяли распределение организмов на земной поверхности, как они определяют их и ныне.

Точно так же в течение всего геологического времени мы имеем указания на аналогичные смеси однородных живых веществ. Наиболее для нас важные органические смеси – симбиоз, паразит и хозяин и т.п. – идут в самые древние геологические периоды и проявляются в тех же самых формах, какие мы имеем и ныне. Углубление и изучение природы заставляет нас допускать существование таких органических смесей, например симбиоза, в такой дали геологических времен, которая не оставила нам их реальных отпечатков или остатков.

Наблюдаем мы и все те различия однородных живых веществ, какие выделены для современной геологической эпохи: возрастные, половые, социальные однородные живые вещества. История организмов с этой точки зрения мало изучена. Несомненно, для отдельных групп или классов организмов, где они сейчас наблюдаются, эти различия могли отсутствовать, но в общем они существовали для других, вымерших. Так, есть предположения, довольно распространенные, но едва ли вполне подтвержденные фактами, о позднем появлении метаморфоза насекомых, но, с другой стороны, едва ли можно сомневаться в нахождении возрастных различий живого вещества у вымерших древних граптолитов.

В общем здесь бросается в глаза постоянство форм проявления живого вещества и его распределения на земной поверхности при разном его содержании. Получается впечатление, как будто эволюционный процесс не имеет места в тех явлениях массовых проявлений организмов – статистических законах живого вещества, которые резко отличаются этим от живой природы, изучаемой с точки зрения отдельного организма.

К тому же самому выводу мы подойдем, когда обратимся к основным проявлениям живого вещества – к его весу, его составу, его энергии. И здесь мы как будто не видим никаких изменений во времени, когда вместо изучения отдельных живых веществ исходим в наших суждениях из изучения всего живого вещества.

Приходится допустить, что как количество живого вещества, так и его состав – количество отдельных составляющих его химических элементов – остались неизменными или почти неизменными в течение геологического времени.

К этому выводу мы приходим косвенным путем, однако путем точным. Мы изучаем продукты тех химических реакций, в которых участвовало живое вещество, и замечаем, что эти продукты как качественно, так и количественно не меняются в течение геологического времени. Этого не могло бы быть, если бы участвующее в этих реакциях и играющее в них – в биосфере – даже видную роль живое вещество менялось заметным образом или в своем количестве, или в своем составе.

Но этот вывод касается только живого вещества, взятого в целом. Весьма вероятно, что в отдельных частях мы имеем здесь изменения и в составе живого вещества, и в количественных соотношениях, которые отвечают тому различию, какое наблюдается в морфологической структуре чуждых нам, исчезнувших в древние геологические эпохи организмов.

При таком изучении химического состава организмов возникает ряд различнейших проблем, имеющих значение и с точки зрения правильного изучения явлений эволюции, – например, проблемы химических изменений, связанных с эволюционным процессом тех или иных линий животного или растительного царства. Я коснусь некоторых из относящихся сюда вопросов в дальнейшем изложении, здесь же только отмечу, что наше знание в этой области хотя и получается косвенным путем, однако может опираться на точные данные.

Имея в относительно редких случаях возможность изучать химически не измененные или мало измененные остатки вымерших организмов (например, замороженные организмы вроде мамонта, послетретичные и третичные растения, кости, раковины, тела организмов в янтаре и т.п.), мы в других случаях можем подходить к изучению состава былых организмов двояким путем: 1) путем изучения тех минеральных продуктов, которые получались при их участии или путем их изменения, и 2) путем изучения химического состава близких к ним или тождественных с ними растительных и животных видов.

Если бы мы пошли этим путем, мы, несомненно, могли бы получить любопытные данные для суждения о химической истории биосферы во времени. К сожалению, таких сведений у нас нет, а между тем многое указывает на то, что при общем неизменном характере живого вещества биосферы частности его подвергались значительным изменениям.

Остановлюсь на двух-трех примерах для того, чтобы показать важность химического исследования наиболее древних видов и родов организмов.

Одним из древнейших организмов, сохранившихся до сих пор без изменения, является *Lingula*, принадлежащая к *Brachiopoda*. Это животное, масса-ми встречавшееся еще в кембрии, встречается и теперь почти в том же самом

виде в Южном полушарии. Полного анализа *Lingula* нет, но мы знаем, что она резко отличается от всех остальных организмов, обладающих раковиной, благодаря тому, что раковина *Lingula* состоит не из углекислого, а из фосфорнокислого кальция. Лингула является одним из самых богатых фосфором организмов, и таким она была и в кембрии. Количество фосфора в ней доходит до нескольких процентов. *Lingula ovalis* была изучена Стерри Гентом, в золе ее находится 85,79% $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$, что отвечает 18,87% P. Ближайшим к лингуле по богатству фосфором организмом является (...)

Другим примером можно взять плауны – *Lycopodiales*. Эти растения принадлежат к древним типам растительности, которая когда-то, в девонскую, пермскую и каменноугольную эпохи, образовывала целые леса. Таковы были различные лепидодендровые, остатки которых принимают такое деятельное участие в образовании каменных и бурых углей. *Lepidodendrales* близки к *Lycopodiales*, но, по современным воззрениям систематиков, представляют другой порядок, принадлежащий вместе с *Lycopodiales* и *Selaginellales* к одному и тому же классу плаунов – *Lycopodineae*. Вымершие уже в пермскую эпоху лепидодендроны, очевидно, недоступны непосредственному химическому изучению. Мы можем, однако, подойти к пониманию их биохимии, изучая современных их родичей. Селангинеллы, к сожалению, химически не изучены. Из плаунов, многочисленных представителей рода *Lycopodium*, также химически не изучены обычные в тропических лесах эпифиты деревьев – *L. phlegmaria*, *L. squarrosum* и т.п. Изучены только травянистые плауны наших лесов и лугов. Химический их состав чрезвычайно характерен благодаря огромному количеству в них *алюминия*. Алюминий был найден в золе плаунов Берцелиусом и позже определен количественно. Количество его здесь совсем необычно. Так, мы имеем:

<i>Lycopodium chamaecyparissus</i>	51,85–57,36% Al_2O_3	в золе (Идергольдт, 1852)
<i>L. clavatum</i>	26,65% Al_2O_3	в золе (Риттгаузен)
	22,2% Al_2O_3	
<i>L. complanatum</i>	39,07% Al_2O_3	

По-видимому, однако, не все виды *Lycopodium* содержат Al_2O_3 – он не найден для *Lycopodium billardieri* Spring. Несомненно, ввиду такого противоречия вопрос требует исследования, однако необходимо отметить, что ряд анализов указывает для нескольких видов *Lycopodium* нахождение огромных количеств алюминия, который тоже составит значительную часть по весу и в процентах состава организма.

Едва ли можно сомневаться, что в тесной связи с таким составом плауновых находится оригинальный состав золы бурых и каменных углей, связанных с лепидодендронами каменноугольного периода. Она очень богата Al_2O_3 , количество которой нередко превышает 30%, и наблюдается в самых разных местностях, например в Англии (кеннельский уголь) или в Центральной России (бурый уголь Московского бассейна).

Эти два примера, мне кажется, достаточно ясно указывают на то значение и тот интерес, какой представляет изучение древних типов организмов, до сих пор так мало обращающих на себя внимание натуралистов (ф. 518, оп. 1, д. 53, л. 72–135).

146. Когда живое вещество переходит в живые организмы, общая сумма его не меняется. Захваченные им элементы переходят в новые формы соединений, оставаясь все же в том же самом процессе.

Однако одновременно совершается и другой процесс. Часть захваченного вещества надолго выходит из жизненного обмена, ибо переход отмерших частей организмов в обычные усвояемые организмами соединения совершается иногда медленно, длится многими тысячелетиями, геологическими периодами – образуются тела, прямо организмами не усвояемые.

Количество бывшей живой материи, выходящей этим путем из круговорота, огромное в масштабе наших представлений, составляет небольшую ее часть. Даже огромные толщи углей или нефтей, по-видимому, образуются организмами и, накопленные в течение геологических смен, едва соизмеримы с углеродом организмов.

Эти выделенные из обмена части вещества вновь возвращаются в живое вещество, частью обычными геохимическими процессами, но в значительной мере при помощи живой материи. Однако процесс такого перехода совершался очень медленно.

Лишь в последнюю эпоху появился новый и мощный агент – человек, который превращает в усвояемое живой материей состояние огромное количество ушедшей из обмена ее части (ф. 518, оп. 1, д. 49, л. 112–113).

Геохимик на каждом шагу сталкивается с этими вопросами. Для него огромные массы живой материи, рассеянные по всей земной поверхности, не являются только массами, которые действуют своим весом – тяготением и своим составом, т.е. химической потенциальной энергией. Это механизмы, обладающие собственной действенной энергией, собранной в них в удобную для работы в земных условиях форму, и полученной посторонней для нашей планеты энергии – космической (ф. 518, оп. 1, д. 49, л. 126).

ДОПОЛНЕНИЯ*

I. «Совпадение между научными представлениями и поэтическими, религиозными, философскими картинами Сущего идет глубже.

Для современного мировоззрения жизнь не есть только создание нашей планеты, она в своей главнейшей части, а может быть и целиком (недавно, до работ С.Н. Виноградского, мы это утверждали с большей уверенностью), есть столь же явное порождение солнечного луча. Она, во всяком случае, есть земное и космическое явление. Но теснейшая связь организмов с внеземным миром, главным образом с Солнцем, точно так же, как и связь неразрывная и неуничтожаемая с Землей, проникла в древнейшее обобщение человеческого сознания, в те туманные и нам чуждые, но, в сущности, великие и глубокие концепции, которые вошли в мысль человека уже в древнейших религиозных мифах и представлениях о значении организмов в мироздании. «Дети Солнца» – говорят про них некоторые из этих вдохновений, которые живы и до сих пор в человечестве и которые выражают осознанное живой материей ее

* Дополнения внесены в основной текст составителями книги: В.И. Вернадский «Живое вещество и биосфера» (под редакцией К.П. Флоренского). М.: Наука, 1992. Они следуют в продолжение текста после ссылки, отмеченной римской цифрой в квадратных скобках.

действительное положение в земной планете. Теми же словами – «Дети Солнца» – называют их и материалисты XIX в., опирающиеся на научный материал, добытый человечеством многовековой коллективной работой.

Нельзя, однако, не отметить, что есть большое различие между представлением о Космосе и Солнце древних религиозных вдохновений и идеями современного человека. Для нас Солнце и Космос неизмеримо больше Земли, совершенно несравнимы с ней по своим размерам и по своим процессам. Не то было в геоцентрических представлениях древности. Глубокие прозрения о связи жизни с Солнцем в древних космогонических и религиозных представлениях имели дело с другим Солнцем. В это время еще не было резкого деления между земным и мировым. Земля считалась центром Космоса, и Космос не принял тех бесконечных размеров, какие он получил после научных открытий и обобщений XVI–XVIII столетий. Лишь у отдельных немногих мыслителей и проникновенных умов мы имеем некоторое приближение к концепциям, которые сейчас нам так близки и кажутся столь непреложными и ясными.

Мы должны всегда это иметь в виду, когда мы оцениваем представления прежних времен о связи космических явлений с земными. И все же нельзя отрицать, что проникновение в человеческое сознание этих форм представлений, указывающих на связь космического с земным и заключавших в себе зерно истины, отнюдь не было безразличным для быстрого осознания Космоса, когда его действительные размеры и отношение к земному стали ясными. Все эти формы представлений остались, но только получили иное понимание. Произошло то, что на наших глазах произошло в физике или химии при изменении представлений об электричестве или химическом элементе.

Человек, живший ближе к природе, не мог не видеть живительную все созидающую роль Солнца. И если он ставил Землю, а не его в центр мироздания, от него не могла укрыться его творческая – творящая жизнь и живое – роль. И мы видим обоготворение Солнца в древних религиях. А когда создалось новое миропонимание, источник жизни переместился в нашем сознании, и только. Все остальное осталось по-старому.

Мы знаем, что энергия Солнца и других космических тел попадает на Землю их лучеиспусканием. Живая материя улавливает эти лучеиспускания, превращает их в новые формы энергии, строит их силой не только своего вещества, но и ею же изменяет мертвую материю земной коры.

Любопытно, что среди бесконечного множества причудливых и глубоких созданий религиозного сознания мы имеем и форму религиозной космогонии, отвечающей этому представлению. Более 3300 лет назад Эхнатон (Аменхотеп IV, 1375–1358 гг. до р.х.) обожествлял не Солнце, а его жар, его лучеиспускание. Символом бога был диск, ниспосылавший на Землю множество расходящихся лучей. С ним, с этими лучами – лучеиспусканиями – связана жизнь¹³³.

Так, древние прозрения и вдохновения великого египетского мыслителя необычайно близко подошли к современным научным представлениям.

Мы найдем многочисленные проявления того же чувства и того же проникновения в природу и у других религиозно настроенных людей на всем протяжении человеческой истории. Одно и то же чувство и понимание повторялось и отражалось в человечестве во всех поколениях. Ярко выразил такие чувства

уже христианский мыслитель, неведомый нам творец религиозной мысли Дионисий Ареопагит. Видимое Солнце для него – символ бога. Наши пища, одежда, топливо, все тело являются трансформацией солнечного луча. К нему, как к источнику сил, в любви и радости тянется все живое и чувствующее¹³⁴.

Эти идеи, охватывающие на протяжении тысячелетий религиозных мыслителей, проникают и наше научное мировоззрение. Они являются выражением своеобразной, но неразрывной связи живого и мертвого.

Логически эти представления могут быть выражены в виде двух аксиоматических положений – с одной стороны, принципа вещественной связи живого и мертвого на Земле, с другой – теснейшей зависимости живого от мертвых космических сил.

Первую аксиому можно формулировать более точно. Организмы берут все химические элементы, строящие их тело, из окружающей среды и возвращают их после смерти или при жизни в ту же среду, где они принимают более или менее прежнюю форму, им свойственную. Непрерывно и постоянно – закономерным образом – эти химические элементы проходят из мертвого вещества в живое и возвращаются в мертвое. Этот круговорот является одним из проявлений жизни.

Другая указывает на то, что без небесных светил, в частности без Солнца, жизнь на Земле не может существовать.

Еще позже, к концу XIX в., в научное мировоззрение окончательно вошло и представление о живом веществе как о космическом явлении, связанном не только с одной Землей.

Мир миров, открывшийся перед человеком нового времени, сразу представлялся ему единым миром – одной Вселенной. Связь жизни на Земле с Солнцем поставила перед ним вопрос о жизни на других планетах, связанных, в свою очередь, с солнцами, с бесчисленным множеством солнц.

Представление о населенности небесных миров, особенно планет, никогда не исчезало из поля зрения человека. К середине же XVII в.¹³⁵, в эпоху создания нашей современной науки, эти мысли получили широкое распространение, создали живую литературу. Они стали вопросом дня в образованном обществе Европы. После вышедшей в самом конце XVII столетия, в 1686 г., работы Фонтенеля¹³⁶ в XVIII в. этого вопроса так или иначе касались, кажется, все наиболее заметные философы, натуралисты, математики. Кант не раз выдвигал его, Лаплас¹³⁷ касался его в своей знаменитой системе Мира и признавал жизнь планетным явлением. Но жизнь предполагалась не только на планетах. К концу века такой величайший астроном, как старший Гершель, предполагал охваченным жизнью наше Солнце и придавал ему не противоречившее тогда известным фактам подходящее строение¹³⁸. Когда в 1798 г. Наполеон Бонапарт с плеядой ученых плыл на корабле «Ориент» в свою знаменитую египетскую экспедицию, в числе вопросов, обсуждавшихся во время переезда, был вопрос о том, обитаемы или нет планеты. Докладчиком был Монж.

В ряде разнообразных романов и утопий идея о населенности небесных тел проникала обыденную мысль образованного общества. Романы и утопии этого рода считаются в XVIII в. тысячами во всех литературах – Вольтер, Сирано де Бержерак, Свифт, князь Щербатов и множество других пользовались этой формой для выражения своих чаяний и мнений. Правда, эта идея как-то

мало отражалась на философской мысли, ею не выдвигалась. Едва ли из нее были сделаны все те выводы, которые мы должны и можем сделать.

Мне кажется, что причиной этого является то, что это представление мало отражалось на научной работе, было малоосознанной составной частью научного мировоззрения. В самостоятельных философских системах XIX в. оно иногда играло заметную роль, как, например, в системах Фейербаха, Фехнера, фон Гартмана, но и здесь оно появлялось теми отделами их философской системы, которые имели в своем распоряжении большой материал, переработанный научным творчеством. Чувствовалось, что философская мысль бессильна извлечь из этой идеи большое, скрытое в ней конкретное содержание из-за недостатка научной разработки вопроса о космичности жизни.

Это правильно даже по отношению к такой своеобразной переработке идеи о космичности жизни, какую представляют из себя философия Фехнера или такие философские спекуляции, которые искали приложения к жизни, как социальные утопии Фурье, принимавшие идею о космичности жизни.

Но к концу XIX столетия, в XX в. мы наблюдаем ясный и заметный сдвиг в этом направлении. Человеческая мысль стала внимательнее прислушиваться к отголоскам идеи о космичности жизни, незаметно начинающей проникать духовную обстановку личности современного человека. Мы видим это в появлении широко охвативших современников космогонии Аррениуса и других, построенных на принципе вечности и всемирности жизни, в проникающем современное человечество неудовлетворении узкими размерами Земли и даже Солнечной системы, исканием мировой космической связи. Это неудовлетворение выражается в романах и утопиях, подобно XVIII в., во всех литературах, нередко глубоких, иногда поверхностных, но проникнутых чувством всемирности жизни и исканием космического общения, в произведениях К. Фламариона, Г. Уэллса, К. Лассвица, В. Брюсова и бесчисленного множества других. Оно характерно сказывается в увеличении значения этих идей в некоторых философских исканиях конца XIX – начала XX в. у философов совершенно различной подготовки, например, с одной стороны, у Бергсона¹³⁹, а с другой – у таких искателей истины, как, например, Н.Ф. Федотов¹⁴⁰. В тесной связи с этим настроением стоит, мне кажется, и успех философского движения XIX – начала XX в. Здесь идея космичности жизни получила такое реальное значение в мирозерцании современного человека, какого оно давно не имела.

В XIX столетии – особенно в его второй половине – сознание всемирности жизни ослабло. В первой половине столетия этот вопрос иногда возбуждал спор, занимал ученых, но не было путей убедиться в реальности высказываемых предположений. И среди энергичной научной работы, расцвета естествознания в XIX в., огромного расширения кругозора и научных интересов для него не оставалось времени.

Но в философии сознание всемирности жизни никогда не замирало, оно оставалось все время живым представлением.

В науке идея космичности жизни встретила с целым рядом возражений и проникла в научное мировоззрение не без борьбы.

Встретило возражение даже самое, кажется, бесспорное положение о значении Солнца для жизни. Ученые признавали, конечно, значение для жизни земной теплоты, но искали причину ее не в Солнце.

В XVIII в. в широких кругах обычны были ученые построения о теплоте Земли, несогласные с народными наблюдениями. Марон, Бюффон, Блок – влиятельные представители научной мысли – во второй половине века считали главным источником тепла, столь важного для жизни, внутреннюю теплоту Земли, а не космическую энергию Солнца. Считали, что летом во Франции теплота, идущая от Земли, в 29 раз превышает теплоту, приходящую от Солнца, а зимой даже в 400 раз!¹⁴¹ Живительная роль Солнца, по ученым представлениям, была мнимой – таким же самообманом, как вращение Солнца вокруг Земли. Лишь ученые, стоявшие впереди своего времени, ученые с ясным и глубоким научным проникновением, как Блек¹⁴², и в это время стояли на почве исконных народных наблюдений, видели в Солнце и в его лучеиспускании источник жизни. Но лишь в начале XIX в. вычисления Фурье окончательно отбросили ошибочные предположения и расчистили почву первоначальным концепциям. На земной поверхности, где есть жизнь, источником тепла является почти исключительно Солнце. Одновременно выяснилось и значение световых лучей Солнца для питания земных растений, для создания всех главных соединений, строящих организм.

Понятно поэтому, что, когда сознание неразрывной связи живого и мертвого вылилось в середине XIX в. в окончательной форме в представлениях о неразрывной связи организма с внешней средой, эта внешняя среда оказалась не земной, а космической. Так ее сразу определил Клод Бернар¹⁴³. И это определение было встречено *tacito cossensu* всех натуралистов, бесспорно пошедших по пути, им открытому. Несомненно, Клод Бернар сознательно употреблял этот термин. «В другом космическом равновесии, – говорит он, – жизненная морфология будет иной. Я думаю, одним словом, что в природе в смысле возможности существует бесконечное число живых форм, которые нам неизвестны»¹⁴⁴.

Космичность жизни сохранилась и в представлениях новых физиков, стоящих на почве хаотического представления о Вселенной, которые, как, например, Н.А. Умов, полагали, что «жизнь есть событие Вселенной, имеющее ничтожно малую вероятность»¹⁴⁵. По этим представлениям жизнь – создание невероятного случая, не связана ничем с Землей и может входить в область научных исканий только как космическое явление.

Научные представления о жизни как о космическом явлении начинают все больше находить себе подтверждение в новых научных фактах, благоприятствующих признанию всемирности жизни.

Первым таким фактом явилось осознание единства сил и материи во Вселенной: одни и те же явления проявляются во всех ее уголках, и все они между собой связаны. Особенно ярко это сказалось в идентичности материального субстрата всюду, во всех бесконечных мирах Вселенной. Один и тот же прах, из которого исходит живое на Земле и в который оно возвращается после смерти, господствует во всей Вселенной. Вопрос этот, который напрасно пытался сделать запретным для науки философ и религиозный мыслитель, проповедник философии позитивизма О. Конт, уже через недолгие годы после его запрета получил блестящее научное разрешение в открытиях спектрального анализа. В 1864 г. Хеггинс доказал существование на звездах тех же элементов, что и на Земле. Вселенная оказалась составленной из этого же самого вещества, из тех же самых химических элементов, как и наша Зем-

ля. Очевидно, для этого единого всюду по составу вещества мы неизбежно должны допустить повторение в разных местах пространства, там, где повторяются условия, наблюдаемые на Земле, такого же его круговорота. Этот круговорот всегда идет при участии живого вещества, состоит в прохождении при участии космических сил химических элементов в живую материю и их возвращении в мертвую.

Геохимия доказывает неизбежность живого вещества для этого круговорота для всех элементов и тем самым ставит на научную почву вопрос о космичности, вселенности живого вещества.

Наряду с этого рода общими научными достижениями зарождается и ряд более конкретных явлений, охватываемых наукой и приводящих к тому же самому представлению. В этой области особое значение имело изучение планет, особенно изучение Марса. Там многие предполагают увидеть признаки существования не только живой материи, но и форм ее, одаренных разумом. Тщательное исследование Марса ставит вопрос о внеземной жизни на чисто научную почву, является одним из простых и очередных научных вопросов.

Несомненно, введение его в научную работу заставит найти и другие его проявления в научных фактах и наблюдениях.

В частности, по отношению к жизни на Земле чрезвычайно любопытно участие в ее создании космических лучей – лучей Солнца.

В связи с этим невольно возникает вопрос: может ли жизнь быть создана и поддерживаема силами и условиями одной планеты? Все ли необходимые для ее появления и продолжения условия существуют на земной поверхности? Или в приходящих к нам лучей Солнца есть такие еще неведомые проявления свойств Сущего – вещества, или эфира, или энергии, которые отсутствуют в тех силах, какие находятся в нашем распоряжении на Земле и которые в то же самое время столь же необходимы и неизбежны для жизни, как определенные термодинамические и химические условия земной коры выветривания?

Из того, что мы наблюдаем на Земле, для нас ясно, что жизнь не могла бы развиваться только на Земле без влияния Солнца, без влияния *света*. Но область лучей Солнца охватывает не только световые и тепловые лучи – огромная область лучей, падающих на поверхность нашей планеты, только начинает подвергаться изучению, и с точки зрения ее влияния на жизнь она едва им затронута. Много здесь нам еще неожиданного откроет будущее, и научная постановка этого вопроса с точки зрения космичности жизни, несомненно, может быть сейчас сделана. На основании всего эмпирического понимания природы необходимо допустить, что связь космического и земного всегда обоюдная и что необходимость космических сил для проявления земной жизни связана с ее тесной связью с космическими явлениями, с ее космичностью.

Возможно, что к этому вопросу можно научно подойти здесь, на Земле, и другим путем. Ибо есть на Земле организмы, которые могут существовать – с химической точки зрения – без использования солнечной энергии. Это серобактерии, нитробактерии, ферробактерии и т.д. Не касаясь, однако, уже того, что без части солнечного лучей (солнечной «теплоты») жизнь и этих организмов как будто не является возможной и что, таким образом, пол-

ная их независимость от космических воздействий является пока еще не доказанной, необходимо обратить внимание на то, что эти организмы дают нам как раз очень бледное представление о характере и свойствах живой материи, они представляют, если можно так выразиться, низшие стадии ее проявления. К этому вопросу я вернусь позже» (ф. 518, оп. 1, д. 49, л. 29–37).

II. Далее автор более подробно разбирает положение человека в живом веществе, неотъемлемой частью которого он является.

«При этом исследовании мы будем исходить не от отдельных организмов, а от живого вещества, и, прежде чем идти далее, нам необходимо по возможности точно определить это понятие, которое лежит в основе всех наших выводов и суждений.

Как уже было указано раньше, мы будем под именем живого вещества подразумевать совокупность всех живых организмов – растительных и животных.

Очевидно, при этом необходимо обращать внимание только на те стороны их жизни, которые имеют значение в геохимических процессах. Как для минералов, так и для организмов имеют значение масса, состав и энергия живого вещества. Говоря о живом веществе в геохимии, мы будем иметь в виду только эти стороны его проявления. Поэтому необходимо включить в живое вещество все человечество. С геохимической точки зрения оно будет являться небольшой частью живой материи.

Обычно от живой материи – от организмов – отделяют как нечто особое *человека*, противопоставляя даже его как будто органическому миру.

Говоря о *Природе*, противопоставляют ей *культуру*, человеческую работу, и в целом ряде случаев дают в больших научных областях совершенно ложное представление о современном Лице Земли, например в географии растений, где обычно оставляют в стороне культурные сообщества растений, в значительной мере вытеснившие прежнюю, не тронутую человеком девственную природу.

Это отделение особенно становится невозможным при изучении химических процессов Земли. Здесь увеличение значения человека в истории нашей планеты сказывается столь резко и получает такое значение во всех наблюдаемых процессах, что, не принимая его во внимание, мы не сможем получить правильного впечатления о геохимическом значении живого вещества. В другой работе мне не раз пришлось касаться этого вопроса, причем основным выводом наблюдаемого геохимического значения человечества является то, что его деятельность идет всегда в том же направлении, в каком идет работа всей живой материи.

Во всем дальнейшем изложении я включаю все человечество во все остальное живое вещество и рассматриваю геохимическую работу живого вещества в неразрывной связи животного, растительного царств и культурного человечества как работу единого целого.

Этот способ рассмотрения является совершенно неизбежным для натуралиста, объемлющего природу как единое целое, как Космос.

Но неразрывная связь человека со всем остальным органическим миром не является только логическим проявлением, проявлением какого-нибудь абстрактного, противоестественного стремления слить вместе раздельное.

Напротив. Отделение человека от других организмов есть новое явление культуры, искусственно привнесенное в нашу жизнь и основанное на нашей оторванности от природы. Мы достигаем этого только потому, что закрываем глаза на окружающее, создаем себе обстановку, в которую прячемся от всюду нас проникающих впечатлений и настроений, противоречащих этому отделению. В действительности это отделение есть удел преходящего исторического момента, и к тому же он сейчас охватывает лишь часть человечества.

Всякий, кто когда-нибудь пытался с открытыми глазами и с свободным умом и сердцем пробыть наедине, вне искусственной обстановки города или усадьбы, среди природы – хотя бы той резко измененной человеком, которая окружает наши города и селения, – ярко и ясно чувствовал эту неразрывную связь свою с остальным животным и растительным миром. В тишине ночи, когда замирают созданные человеком особые рамки внешней среды, среди степи или океана, на высоте гор это чувство, на века ему присущее, охватывает человека нераздельно. Особенно оно сильно в сгущениях живого вещества – на берегу моря или океана, в лесу, на великой реке или среди хотя бы мелкого далекого от поселений пруда или озера... Гумбольдт в блестящих строках указывает на то яркое проявление этого чувства, которое испытывает всякий человек, попадающий в богатую и полную проявления жизни тропическую природу. Но то же чувство испытывают и наблюдатели снежных молчаливых равнин севера или разрежений живого вещества – пустынь тропической области. В созданиях религиозных мыслителей, особенно вышедших из области тропиков – в индийских религиозных исканиях и даже во всякой религии в известных стадиях ее развития, это чувство единства всего живого, в том числе и человека, сказывается очень ярко. Оно сказывается ярко, даже когда оно отрицается. Мы видим его в народном поэтическом творчестве всех времен и народов, на каждом шагу его чувствуем в поэтических вдохновениях культурного человечества. Оно поэтому неизбежно сказывается во всяком монистическом философском представлении о природе, как едином космогоническом, гилозоистическом, пантеистическом. Из религиозных, поэтических, монотеистических построений оно проникает и охватывает и научное представление о Вселенной.

Лишь благодаря условностям цивилизации эта неразрывная и кровная связь всего человечества с остальным живым миром забывается, и человек пытается рассматривать отдельно от живого мира бытие цивилизованного человечества. Но эти попытки искусственны и неизбежно разлетаются, когда мы подходим к изучению человечества в общей связи его со всей природой» (ф. 518, оп. 1, д. 49, л. 17–19).

III. Далее в рукописи следует: «Несомненно, с точки зрения их весового познания один отдел биологии находится на особом положении. Это – *учение о планктоне*. Здесь для океанического и для озерного планктона благодаря инициативе Ганзена получился интереснейший количественный весовой материал и созданы своеобразные методы работы. Мы знаем, что они начинают влиять и на другие явления морской биологии и сказываются на геохимических проблемах, например в истории азота. Для окончательного охвата этого материала у нас не хватает химических анализов. Количественные планктонные исследования начинают в последнее время вызывать критику, которая, однако, мне представляется не вполне правильной. Несомненно, планктон-

ные расчеты не захватывают всего живого вещества в этой форме сгущений – они не захватывают так называемого микропланктона, открытого Лотом, и не захватывают мира бактерий. Но они дают первые твердые базы для нового понимания жизни: надо лишь ввести поправки – учесть в планктоне вес упускаемого микропланктона и бактерий – задача, технически вполне разрешимая» (ф. 518, оп. 1, д. 53, л. 44).

IV. Далее следует: «Фр. Реди (1626–1698) – выдающийся флорентийский врач принадлежал к кругу ученых, давших нам Академию del Cimento (1657–1667), оставившую такой блестящий след в истории физики. По-видимому, он был одним из ее членов, хотя это подвергалось сомнению. Несомненно, с 1670-х годов Реди играл видную роль в придворном, ученом и литературном кругах Флоренции, он был одним из видных членов литературной *Academia della Crusca*, редактором издававшегося ею итальянского словаря. (...) Наряду с сочинениями по естественной истории и медицине, изложенными прекрасным итальянским языком, Реди писал, как обычно было в этой среде, сонеты и поэмы, не выдававшиеся, впрочем, среди других, и оставил веселую поэму о Тосканском Вакхе – тосканских винах, – снабженную им же учеными историческими и поэтическими примечаниями. Она доставила ему наибольшую известность в местной итальянской среде, сохранившуюся до настоящего времени. Это был человек широко образованный, начитанный и в поэтической, и в медицинской, и в научной философской литературе не только своего времени, но и древности и средних веков. Он знал языки – романские, немецкий, арабский; интересовался провансальской поэзией, был страстным собирателем книг и рукописей. Он был не только поэт, но и музыкант. Но это был не только выдающийся, но и добрый и хороший человек. (...) Сам Реди, воспитанник иезуитов, близко стоявший ко многим деятелям Ордена, был глубоко верующим человеком. И это видно не из внешних проявлений, отвечавших резко католическому характеру Двора, но из документов его семейной жизни, из интимной переписки, раскрывающей мягкую, добрую природу этого человека. Реди происходил из верующей семьи. (...) Мы видим здесь одного из тех лиц, которые составляли ту духовную среду, в которой произошла глубокая духовная драма его более молодого современника, друга Реди, которому он материально помогал, – Н. Стенона (Стенсена), перешедшего из протестантизма в католичество, сделавшегося монахом и бросившего блестяще начатую научную деятельность. Реди был более уравновешенной натурой. Его вера – вера слепая – не мешала его свободному научному творчеству». (...) (ф. 518, оп. 1, д. 49, крымский текст, л. 46). «Реди не провозглашал принципа вечности живого. Он допускал, в полном согласии с церковной традицией, акт творца, вызвавшего в Мире первые живые существа, от которых произошли все остальные поколения. Реди не считал это противоречием учениям церкви и священному преданию, хотя оно и не отвечало широко распространенным в это время пониманиям зарождения жизни при «гниении зерна», которое получило теологическое значение благодаря упоминанию его в Евангелии (Иоанна) и у апостола Павла в текстах, имевших большое значение в установлении теологического учения о воскресении из мертвых. Очевидно, считаясь с ними и в то же время в полном согласии с основами своих религиозных убеждений, Реди указывал на тщетность и ненужность попыток охватить разумом тайну воскресения из мертвых и воскресения Христа, с разъяснением

которой связывал апостол Павел идею гетерогенеза растения при гибели зерна». {...} (ф. 518, оп. 1, д. 49, крымский текст, л. 47).

V. В другой рукописи идеям Реди и других ученых посвящены следующие строки: «Несомненно, идеи Реди имели прочную почву. Валлисниери (1661–1730) ясно выставил принцип *omne vivum ex ovo*, создав почву в эмбриологии для теории преформации, долгое время заставлявшей заблуждаться научную мысль. Но такое влияние эти идеи оказывали только в биологии, связанной с отдельным организмом. Для подготовки понимания живого вещества, для охвата всей природы эти идеи Реди и Валлисниери представляют огромный шаг вперед и составляют основу для всей дальнейшей работы. Несомненно, эти идеи с XVII в. были распространены в широких кругах, и существовали ученые, которые охватывали их во всей современной полноте и руководились ими в своей работе, хотя ничего об этом не печатали. Через столетие после Реди и Валлисниери другой великий итальянец – Спалланцани опытным путем пытался дать широкую основу этим идеям и доказать положение, что все живое от яйца, от зародыша, для всего живого, в частности для невидимого глазом мира микроскопических организмов.

Идеи Спалланцани встретили чрезвычайное сопротивление, и еще в XIX в. считали, что в споре его с Нидхэмом и Бюффеном победа осталась за последним. Правильное представление чрезвычайно медленно – несмотря на многое окружающее нас обыденно ясное – проникало в научное сознание.

К тому же и обыденные, народные представления ему не благоприятствовали. Так, вековое наблюдение, что высшее растение начинается из зерна, в течение всей древности и средневековья – а в народных воззрениях и до наших дней – толковалось тем, что зерно умирает, давая начало новому растению. Жизнь получается не из живого, но из мертвого» (ф. 518, оп. 1, д. 49, л. 49).

VI. Далее в рукописи следует: «Этот своеобразный логический процесс мы наблюдаем вплоть до нашего времени. Вначале представления о зарождении жизни очень близко подходили к представлениям еврейства и христианства, к библейским образам. Создание Мира уже с первых столетий христианства обращало на себя внимание богословов. Это было даже одно из немногих своеобразных расширений естественнонаучных познаний древнего мира и средневековья. Наименование животных и растений Адамом и легенда спасения их при всемирном потопе заставляли стремиться определить и назвать область творения божия. Древняя наука такой задачи не знала, и в истории описательного естествознания долго сказывались те исходные для работы верования. В эпоху Возрождения и создания точного знания мы видим обращение к этим вопросам и художественного творчества. Ряд художников XV–XVII вв. пытаются дать картину животного и растительного мира Эдема или выхода животных из Ноева ковчега. Здесь уже видно точное наблюдение Природы. Во второй половине XVII в., близко придерживаясь Книги Бытия, великий английский поэт Мильтон дал яркую картину зарождения жизни из Земли в своем «Потерянном рае». Это произведение Мильтона в ту эпоху религиозного подъема оказало довольно сильное влияние на представления даже натуралистов ближайших поколений. Во всяком случае, еще долго натурфилософы и натуралисты того времени, когда касались этих вопросов, давали картины возникновения жизни, мало отличавшиеся от кар-

тин Мильтона, т.е. от Книги Бытия. Так, например, для конца XVIII – начала XIX в. видим мы это у таких разных людей, как Г. Форстер и Э. Дарвин.

Крупный натуралист XVIII в. Г. Форстер допускал вызванное силами природы появление сразу в известных частях земной коры разнообразных животных и растений, подобно тому как раньше образовались химические элементы, горные породы и минералы. В изданной после его смерти обобщающей его идеи поэме «Temple of the Nature», в 1803 г., трансформист и натурфилософ Э. Дарвин дал картину зарождения на Земле жизни, близкую к представлениям Г. Форстера.

Мы встречаем отголоски этих идей еще в середине XIX столетия. Но по мере роста естествознания и победы трансформистских идей такие наивные представления стали невозможны среди натуралистов и философов, обладавших научным знанием своего времени. Они приняли другую форму, но суть старых верований осталась» (ф. 518, оп. 1, д. 49, крымский текст, л. 58–59).

VII. Далее в рукописи следует: «В религиозных представлениях мы встретили ее в наиболее глубоких достижениях человечества – в буддизме и христианстве. В буддизме она распространена на все живое, в христианстве ясно выражена в идее бессмертия человеческой души. В обоих религиозных представлениях не вся жизнь прекращается со смертью. Эта мысль проявляется в них в идеях о загробной жизни душ, метампсихозе, палингенезисе. Не менее обычна эта идея в концепциях и построениях новой идеалистической философии, в той или иной форме пропитанной достижениями религиозных и теологических исканий. Мы находим ее в разных образах и оболочках у столь разных философов XIX столетия, могущественно влиявших на научную мысль XIX в., как Шеллинг, Фехнер, Г. Спенсер, Шопенгауэр» (ф. 518, оп. 1, д. 49, крымский текст, л. 42).

VIII. Далее автор пишет: «Таким понятием будет *«живое вещество»*, охватывающее всю совокупность живых организмов, производящих на земной поверхности химическую работу, являющихся носителями свободной активной энергии в условиях земной коры. Для познания геохимических реакций, т.е. для изучения химического влияния организмов при их жизнедеятельности на окружающую внешнюю мертвую среду, мы можем упростить представление об организме, беря их совокупности во внимание только их вес, химический состав и свойственную им энергию. Я в дальнейшем подробно остановлюсь на понятии живого вещества и на тех следствиях, которые истекают из введения в науку этого нового объекта исследования. Здесь же я остановлюсь на одном, связанном с этим следствием.

Вводя в науку понятие о живом веществе, мы можем приноровить его не к индивиду, а только к их совокупности, т.е. к видам, родам, сообществам организмов. Из всех этих понятий одно может быть для нас руководящей нитью – то, которое является сейчас основным для всей биологии. Это понятие *вида*. Совокупность организмов одного и того же вида, находящуюся в данный момент на земной коре, мы будем называть *однородным живым веществом*, а их совокупность в каком-нибудь месте земной коры, не охватывающая все организмы данного вида, будет называться частью однородного живого вещества.

Мы увидим ниже, что видовое однородное живое вещество требует более тщательного, детального подразделения. Но и к этому я вернусь ниже, здесь же нам достаточно остановиться только на нем.

Однородное живое вещество во многом аналогично по своим геохимическим эффектам тем химическим природным соединениям – минералам, – которые участвуют в геохимических процессах. Мы можем также говорить о химическом значении в земной коре того или однородного живого вещества, как говорим о химическом значении воды, свободного кислорода или каолина.

Чрезвычайно важно при таком понимании живого вещества то, что при этом не разрывается основное биологическое представление о виде, которое одно позволяет нам разбираться в бесконечном разнообразии живой природы. Оно не только не теряется при этом, но, наоборот, углубляется. Ибо мы этим путем получаем новые, неизвестные нам раньше *видовые признаки*. Такими видовыми признаками являются свойства однородных живых веществ, отличающие их одно от другого. Эти признаки ничем не отличаются от обычных морфологических признаков вида. Если бы мы могли изучить видовые признаки этого рода для всех организмов, для всех видов животных и растений, мы получили бы полную аналогию микробиологическим процессам. Едва ли можно сомневаться, что каждый вид животных и растений точно так же имеет свое характерное специфическое выражение в окружающей его среде, как имеет выражение в своей среде какой-нибудь микроб, и по этому проявлению мы можем не менее точно определять все виды животных и растений, чем по их морфологическим признакам» (ф. 518, оп. 1, д. 49, крымский текст, л. 80–81).

IX. Далее автор пишет: «Идея об извечности жизни – старинная идея в научном мирозерцании, основательно забытая в XIX в., когда привыкли ставить вопрос о ее первоначальном зарождении в земной коре. Кажется, впервые поставил тезис об извечности жизни в 1618 г. Ф. Реди, считавший, что жизнь была единожды создана творцом и затем передавалась только последовательными поколениями.

Но для Реди сама Земля являлась созданием бога – он стоял на почве библейских традиций. Извечность жизни существовала постольку, поскольку существовала Земля. Однако несомненно, что уже в это время натуралисты, принявшие тезис Реди, должны были придавать ему и другое значение, так как идея об извечности Мира в нашем современном смысле была широко распространена среди ученых, хотя по церковно-политическим условиям жизни не высказывалась или редко высказывалась в литературе.

Та же мысль, несомненно, хотя тоже в скрытой форме, заключалась и в виталистических воззрениях, проникших в науку с начала XVIII столетия, после работ Сталя, и возродившихся в ярких формах в конце XVIII – начале XIX в. Станным образом, лишь немногие из ученых и философов, принимавших эти воззрения, подчеркивали извечность жизни, хотя, несомненно, мы встречаем эти представления у натурфилософов, принимавших жизненные силы, и найдем многочисленные примеры этого, если пороемся в забытых, скрытых на полках библиотек произведениях натурфилософов конца XVIII – первой половины XIX столетия.

Но и ученые, не являвшиеся виталистами, исходя из философских представлений подходили к тому же представлению об извечности жизни. Эту

мысль, например, ярко выразил французский натурфилософ и натуралист конца XVIII столетия Ламарк. Он считал причину жизни явлением того же порядка, как причину существования материи и «общей деятельности, распространенной в природе». Выражаясь современным языком, Ламарк считал жизнь столь же извечным проявлением Сущего, каким являются материя и энергия.

Несомненно, в XIX в. не только все сторонники виталистических воззрений держались представления об извечности жизни, многие ученые, стоявшие в стороне от натурфилософских представлений (или сторонники космичности жизни) какого бы то ни было вида, придерживались того же самого взгляда, но, странным образом, эти идеи почти не высказывались в научной литературе и не принимали формы, удобной для научных изысканий.

Впервые идея об извечности жизни в научной литературе была высказана в форме, обратившей на себя внимание в 1860-х годах. С тех пор она осталась в науке. В 1865 г. ее высказал немецкий врач Г. Рихтер, и в ближайшие десятилетия, появлявшаяся независимо (так как идеи Рихтера не обратили на себя внимания), она не раз высказывалась, например в 1870-х годах У. Томсоном (Кальвином)¹⁴⁶, Гельмгольцем¹⁴⁷, Прейсом и др.».

Х. Далее автор пишет: «Но извечное существование жизни совместно с более научно конкретными предложениями космологов, например с такими формами космогонии, которые допускают образование Земли благодаря скоплениям космической пыли, несущей зародыши жизни, или теми, которые принимают включение Земли в Солнечную систему извне, в готовом виде, благодаря захвату чуждой планеты притяжением Солнца.

Но больше того, по мере роста научного мышления и развития философского образования оказывалось возможным более правильно определить место научных космогоний в области научных исканий. Мы должны отделять их от выводов науки. Научные космогонии не являются выводами науки; в этих блестящих и красивых картинах былого мы имеем проявления философского и поэтического творчества, с одной стороны, и обработанных математическим анализом идеальных построений Вселенной – с другой. Примыкая, с одной стороны, к философии, современная космогония, с другой – приближается к математике.

Сейчас под влиянием нового подъема космогонических исканий, под влиянием ясно вскрываемых в картине неба действий сил иных, чем всемирное тяготение, говорят о рождении новой науки, научной космогонии. Но об этом можно говорить лишь в том же смысле, как говорят о научной философии. Космогония была и остается в тесной связи с философией; она считается с научными фактами, пытается дать их объяснение, подобно тому как считаются с научными фактами и другие отделы философии, выделившиеся в самостоятельные научные дисциплины, как, например, психология. В явлениях, рассматриваемых в космогониях, есть элементы будущей науки, которая для всего мироздания должна играть ту же роль, которую историческая геология занимает в науках о Земле. Но современные космогонии далеки от этой будущей науки.

Из этого, однако, не следует, чтобы космогония не имела значения в научном мировоззрении и научной работе. В научном мировоззрении она имеет

значение так же, как имеют значение другие философские или математические построения, например различные геометрии. Наука пользовалась и пользуется выводами этих геометрий – если это нужно, – не решая вопроса об их реальном бытии в научно наблюдаемом Космосе.

Еще большее значение имеют космогонии для научной работы. Ибо современные космогонии – в своих частных выводах – близко подходят к научным теориям. И те и другие обработаны математическим анализом. Научные теории дают логические построения, выраженные в математических формах, относящиеся к реально наблюдаемому Миру; космогонии дают такие же построения, относящиеся к идеальному миру, реконструируемому человеческой фантазией. Но и те и другие стремятся опираться на научные данные, должны быть проверяемы опытом и наблюдением.

Поэтому современные космогонии дают, с одной стороны, начало целому ряду математических задач и вызывают рост и развитие математических наук, с другой – они заставляют при наблюдении в природе обращать внимание на множество фактов и явлений, на которые помимо них не наталкивается человеческая мысль. Но все это не делает космогонию наукой, не превращает ее в научную космогонию» (ф. 518, оп. 1, д. 49, л. 44–45).

XI. В другой рукописи автор пишет: «*Вечность жизни*. Принцип *omne vivum e vivo* может быть расширен дальше. Можно считать установленным, что он проявляется в течение миллионов лет геологической истории Земли, с доальфонггской эры, с эры архейских времен. Но сохраняется ли он неизменно всегда? Можно ли считать это эмпирическое наблюдение доказательством *вечности жизни*, ее постоянного, резко отличного от косной материи нахождения в Космосе? Существуют ли в нем извека две различные формы проявления материальной среды – мертвая и живая?

Мы неизбежно здесь подходим к этим вопросам философским путем, но мы можем подойти к ним, создав определенные научные гипотезы. Наряду с гипотезой о начале жизни в геологические или космические эпохи существования нашей планеты может быть выдвинута гипотеза о ее *вечном существовании в Космосе*, о том, что принцип Реди распространяется на весь Космос.

Такое понимание жизни не является безразличным для научной работы, и, хотя оно никогда, сколько я знаю, не было разработано в научных исканиях до конца, оно было живо в науке века. История этого течения мысли не была написана, и очерк, который здесь предлагается, должен рассматриваться и оцениваться как первая, несовершенная попытка. Эта идея лежит очень глубоко, в том субстрате научной работы, который является источником – бессознательным – многих и научных открытий.

Вечность жизни можно понимать различно. Можно считать, что жизнь всегда в Космосе существовала и существует как таковая, захватывающая автоматически необходимую для ее проявления материю. Она так же вечна, как вечно движение, вечны материя, энергия, эфир.

Можно, с другой стороны, предполагать, что жизнь вечна и не происходит из косной материи в области определенных природных явлений, и ее создание или уничтожение не видно нам, пока мы эти явления изучаем. Область явлений создания живого из косного вопреки принципу Реди не наблюдается в явлениях биологии, выходит за ее пределы. Мы недавно пережи-

ли аналогичные явления в истории постоянства материи и химических элементов.

Неуничтожаемость вещества и постоянство химических элементов существуют только в определенных областях явлений. Пока мы не выходим из явлений химии и физики молекул, оба эти закона вполне отвечают нашему опыту и наблюдению. Мы знаем, однако, что в действительности материя может исчезать как таковая в определенных случаях и химический элемент переходит в другой химический элемент. Однако это несколько не отражается на законах химии, представляет область явлений, вне ее идущую. Очевидно, это тесно связано с характером и условиями исчезновения материи и перехода одного химического элемента в другой. Очень возможно, что мы имеем аналогичные явления и для принципа Реди. Он охватывает биологию, и в области явлений, в ней наблюдаемых, нет гетерогенеза. Гетерогенез, если происходит, выражается в процессах или проявлениях иного порядка, связан с иными условиями, чем те, какие определяют жизненные проявления.

Таким образом, представление о вечности жизни может быть понимаемо разное.

Это обычно не различается. Из отрицания принципа Реди делают выводы, применимые только к тому случаю, который предполагает его общую неизменность в Космосе, между тем как мы должны различать: 1) живое происходит из живого всегда и во всех случаях в мироздании; между живым и мертвым непроходимая пропасть, и 2) *omne vivum e vivo* имеет место только в тех явлениях, которые охвачены биологией.

Исходя из первого представления проводят аналогию между этими явлениями и некоторыми другими построениями человеческой мысли, сравнивают задачу гетерогенеза или абиогенеза с решением задачи о квадратуре круга, *perpetuum mobile* и т.п. И действительно, исходя из этих идей возникает вопрос. Не представляет ли постановка задания создать организм из мертвой материи помимо организма такую же объясняемую историей ошибку человеческого мышления, как постановка задачи квадратуры круга, трисекции угла, создания *perpetuum mobile* или философского камня? Не есть ли это стремление лишь одно из орудий, созданных историческим ходом жизни, побуждающим человечество к исканию, как мы это видим в плодотворных научных достижениях, какие явились в результате стремления разрешить задачу квадратуры круга, достигнуть *perpetuum mobile*, найти философский камень? Отыскивая эти создания своей фантазии, человек создал огромные новые отрасли знания, создал новые методы искания и в конце концов оставил в стороне из-за новых, более крупных целей те цели, которые были им раньше созданы. Не было ли то же самое с проникающей современную научную мысль идеей о возможности получить живой организм вне живой материи?

Такое представление действительно сейчас существует в науке. Вопрос о логически-исторической аналогии гетерогенеза с этими построениями, в частности с *perpetuum mobile*, часто возникает в научной мысли и высказывается в литературе. Один из выдающихся современных биологов-мыслителей – Леб ставит даже перед биологией дилемму: «Либо приготовить искусственно организмы из мертвой материи, либо, если это невозможно, найти, почему эта задача неразрешима».

Но эта задача может быть так поставлена только при условии, если биология ее может решать в области свойственных ей явлений. Но возможно, что она лежит вне области ее наблюдений, как лежат вне области явлений химии процессы распада атомов или исчезновения материи. Для этого методы и явления недостаточны. Также могут быть недостаточны для гетерогенеза методы и явления биологии.

Это не есть результат недостаточного нашего знания – это есть различие по существу.

Но предполагаемое сведение задачи гетерогенеза к этой категории представлений включает еще одну неясность, требующую разрешения. Среди этих «невозможностей» соединены вместе неразрешимые задачи разного порядка. Например, такие нерешаемые на плоскости геометрические задачи, как трисекция угла и квадратура круга в пространстве трех измерений, могут быть доказаны, так как в этом случае мы можем охватить все условия, которые необходимы для этих построений.

Однако уже для задачи *perpetuum mobile* в нашей реальной среде, для философского камня и т.п. вопрос является гораздо более сложным, и мы знаем, что второй закон термодинамики, тесно связанный с решением задачи о *perpetuum mobile*, не имеет того места, какое имеет в косной природе, в области явлений жизни. Мы можем доказать невозможность *perpetuum mobile* в механизмах нашей реальной среды не абсолютно, но лишь в пределах наших наблюдений.

Как бы то ни было, независимо от уровня анализа идея вечности жизни непрерывно проникала и проникает научную мысль. Она вошла в нее из древнейших религиозных верований и построений Мира.

Всякая религия совершенно неизбежно сталкивается с явлениями жизни. Она всегда представляет концепцию Мира, приуроченную к человеку. Живое и жизнь в ее проявлениях занимают в ней центральное место, так как она пытается разрешить загадку жизни или дать ей то или иное, понятное человеку объяснение.

Понятие о вечности жизни поэтому всегда содержится во всяком религиозном представлении, если мы расширим это понятие и перенесем его за область той реальной жизни – животных и растений, которая изучается в биологии. В целом ряде религий эта реальная жизнь чрезвычайно расширена и потеряла всякую связь с той жизнью, которая как реальное явление служит объектом научного изучения. В этих случаях вопрос о вечности жизни в научном смысле не может иметь место в религиозных верованиях, он заменяется представлением о бренности этой жизни и неизбежной замене ее другой, вне земного содержания, жизнью. Но все же и здесь имеется представление о вечности чего-то существенного для жизни, которое, таким образом, так или иначе является проявлением вечного, отличного от косной материи. Строй этих идей, являясь атмосферой мысли ученого, наблюдающего реальную жизнь, получает для него иное содержание и приводит его к таким выводам, которые во многих случаях без этого религиозного понимания не проявились бы.

Обращаясь к великим религиозным созданиям человечества, мы видим в тех из них, которые были когда-то живыми для ученых искателей, два течения, с этой точки зрения совершенно различные по своим последствиям.

По своей основе религии, связанные с юдаизмом – христианство и мусульманство, не давали простора развитию этих идей. Им мало было места и среди концепций древнеэллинского пантеизма. Гораздо шире была возможность их развития в древних индусских и персидских религиозных построениях – но как раз эти построения в наименьшей степени отразились в созданиях современной науки человечества, в течение почти двух тысячелетий связанных с религиозной средой христианства или юдаизма и отчасти мусульманства.

На Дальнем Востоке, в древней Индии (в буддизме), как наследнике других, более древних религиозных достижений, выросло сознание человечества, для которого логическая неизбежность начала и конца природного явления не существует. Здесь достигнуто более глубокое представление о времени, чем то, которое существует в среде средиземноморской и связанной с ней современной американско-европейской цивилизации. Благодаря буддизму с индусским центром культуры тесно связаны Дальний Восток и Средняя Азия. Для всех этих миллионов людей вечность реальной жизни так же приемлема логически, как для нас приемлема вечность материи и энергии, вечность Космоса.

Здесь гораздо больше совпадений привычного мышления «здорового смысла» с новыми течениями и уклонами научных исканий, чем в среде, связанной с выросшими на юдаизме религиозными субстратами человеческой личности.

В истории этих идеальных построений только в отдельных немногих случаях, может быть даже как отражение глубоких достижений индийских мыслителей, видим мы подходы к этим понятиям. Одной из наиболее глубоких форм идеи вечности жизни являются учения, близкие к шиитским исмаелитам в X в., связанные не столько с мусульманством, сколько с мистическими философскими идеями неоплатонизма (может быть, Плотина?). Очень возможно, что в этих учениях мы видим своеобразную смесь религиозно-философских исканий, связанных, с одной стороны, с религией древних персов (зороастризм), с другой – с греческой философией. «Мировая душа» этих учений, извека существующая, совпадает с тем, что мы называем жизнью. Проявлением «Мировой души» является все живое, и оно вечно постольку же, поскольку вечно «Мировая душа». Начала его не было.

Но в общем эти религиозные построения стояли далеко от той среды, которая создавала нашу науку, которая генетически теснейшим образом связана со средиземноморским очагом цивилизации.

Здесь вопрос о «начале земной жизни» был реальным построением религиозного сознания, с ним должен был считаться всякий ученый, и, отходя от него, он тем самым становился в разрез с господствующими взглядами, сталкивался с окружающей его умственной средой.

Тем не менее мы имеем здесь явные стремления и идеи об отсутствии начала в той жизни, которую мы видим кругом нас, о ее вечности.

Очевидно, эти идеи могли возникнуть только тогда, когда стало ясным, что гетерогенез невозможен.

Идеи натурфилософов XV–XVII столетий. Натуралисты XVII в. Реди и его ближайшие ученики и последователи, особенно Валлисниери, принимая

принцип *omne vivum e vivo*, были убеждены и в вечности жизни. Но, основываясь в своей концепции мироздания на молодости Мира, проникавшей все представления людей, стоявших на почве христианства XVII столетия, Реди не мог делать выводы из идеи о вечности жизни. Она приобрела большое значение только тогда, когда Мир был бесконечно раздвинут и во времени и в пространстве, но при этом раздвижении, как мы увидим дальше, исчезало, казалось, значение живого во Вселенной» (ф. 518, оп. 1, д. 49, крымский текст, л. 68–71).

XII. Далее автор пишет: «Это различие останется незыблемым, даже если в философской области ученый будет придерживаться той или иной формы гилозоистических представлений, хотя бы в той форме, в какой все сущее облагодало жизнью для Лейбница и его последователей¹⁴⁸.

В истории науки мы имеем яркий пример этого явления, например, тогда, когда чисто философское создание – монады Лейбница приняли форму, удобную для научной работы, в знаменитой теории органических молекул Бюффона¹⁴⁹. Я не буду здесь касаться вопроса, правильно или неправильно понимали монады те, которые исходили из этих идей или находились под их влиянием. Они переделывали их в формы, удобные для научной работы¹⁵⁰. По существу, они подходили к тому же представлению о проникновении жизнью и живого и мертвого, какое проникало мировоззрение Лейбница.

Но как только эти абстрактные создания человеческого мышления переносились на реальную картину природы, с которой имел дело натуралист, реальная картина не менялась. Последователи Лейбница или Бюффона – точно так же, как и ученый, чуждый представлений о проникновении жизнью всей природы, – одинаково не встречали в научной повседневной работе никаких затруднений отличать живое от мертвого, как не встречаем этого и мы.

Существует множество других философских построений того же характера, как, например, представление Фехнера о космоорганическом состоянии материи, распадением которой создается органическая (живое вещество) и неорганическая. Эти спекуляции стоят сейчас вне научного кругозора, так как только тогда, когда ими воспользуются для научной работы, для научной гипотезы, они получают для нас значение, как получали временами идеи Лейбница. Идеи Фехнера пока научно бесплодны» (ф. 518, оп. 1, д. 49, л. 76–77).

XIII. Далее автор пишет: «Мы находим ее проявления в древних религиях, и отголоски такого перехода всего живого в мертвое и обратно – зарождение живого из мертвого – проникают всю мистическую поэзию Востока и Запада. С одной стороны, этим путем нами более ярко проявляется брэнность всего живого, и человеческое чувство и мысль стремятся найти что-то ценное вне земного. С другой – этим путем можно подойти и иногда подходили к чувству единства Природы и пантеистическому или гилозоистическому о ней представлению {...}

В красивом образе выразил эту мысль древний персидский поэт Омар Хайям (1040–1123):

«Господь, сотворивший и землю, и небо, и сферы,
Раскрыл у нас в сердце глубокие раны без меры.
Уста, что рубины, рассеял он в почве земли,
И пудра, как мускус душистый, скрытый в пыли.

Этот луч красою нежной
 Ныне взоры наши манит.
 Нежной травкой будет прах наш,
 Чьей она отрадой станет?
 На лугу зеленый стебель
 Не топчи небрежно.
 Знай: из праха щек-тюльпанов
 Он развился нежно».

«Я видел на нашем базаре вчера
 Топтавшего глину ногой гончара,
 И слышал я глины печальный упрек:
 Была гончаром я. О, как ты жесток!»

«До нас, как и ныне, сменялись и зори и ночи,
 И небо, как ныне, свершало свой круг вековой,
 Ступай осторожней на пыльную землю ногой.
 Ты топчешь не пыль, а прелестной красавицы очи».

И до него, и после него другие люди – в Европе, и Азии, и на всем свете – повторяли ту же мысль в поэтических образах, ища в неразрывной связи живого и мертвого опоры в тяжести жизни.

Эта мысль выражена другим персидским поэтом, до Омара Хайяма, девять столетий назад в более ученой форме: «Все живое имеет свою родословную в четырех вековечных стихиях...»

Это истина, к которой приводит и научное искание нашего времени, выражая «четыре элемента» великих мыслителей средневековья десятками простых тел химии и проявлений мировой энергии» (ф. 518, оп. 1, д. 49, л. 27–28).

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Подзаголовок введен в кн. Живое вещество. М.: Наука, 1978 – *ред.*

² *Einstein A. Ann. physique. 1905. Vol. 17. P. 891–921.*

³ *Minkowski H. Raum und Zeit. Leipzig, 1908.*

⁴ Я беру здесь отношения в земной коре, так как по указанным только что условиям состав биосферы не может быть для нее исходным.

⁵ Бук (фр.). – *Ред.*

⁶ Беседы о множественности миров (фр.).

⁷ Многочисленны в литературе следы правильного представления господства принципа *omne vivum ex ovo* с конца XVIII в. Из более ранних: «D'après l'état de nos conissances on est conduit à perser que la nature vivante est toute entiere evipare» (*Moreau J.L. Discours sur la vie et les oeuvres de Vicq d'Azyr // Oeuvres de Vicq d'Azyr. P., 1805. T. I. P. 47.* *Moreau de la Sarthe (Jacques Louis) (1771–1826).*

⁸ Ни биография, ни значение научной работы Спалланцани до сих пор не изучены настоящим образом. В истории науки его образ не выяснен во всем его значении. Его биография: *Alibert T.L. Eloge de Spallanzani. P., 1806 (очень внешняя); A-g-s. Biographie universelle. P., 1825. T. XLIII. P. 240; Fabroni A. Vitae itator, doctrina excellentium]. Pisa, 1804–1805. Vol. XIX. P. 39; Pouzetti P. Elogio di L. Spallanzani. Parma, 1800; Radl E. Geschichte der biologischen Theorien. 2. Aufl. Leipzig; B., 1913. S. 176.* (Оценка Спалланцани представляется мне неверной.)

В дальнейшем изложении мы часто будем встречаться со Спалланцани, крупнейшим натуралистом, который закладывал современное нам научное мировоззрение.

⁹ Первое издание *Systema Naturae...* осуществлено в 1735 г. Последнее, 10-е, линнеевское, – в 1758 г. Немецкая переработка Гмелина вышла в конце XVIII в. Попытки идти дальше по этому пути, повторявшиеся в немецкой литературе в первой половине XIX в., никогда не приобрели того значения, какое имела работа Линнея. То же надо сказать и об английских

последователях Линнея. Переработка Меррея вышла в начале XIX в., точно так же и русская – В. Севергина (Начальные основания естественной истории. СПб., 1794. Ч. 1. – *Ред.*)

¹⁰ В 1788–1789 гг. переиздана de Lacerede в немецкой обработке. Русская обработка с дополнениями Севергина – в XIX столетии.

¹¹ Считали, что батибий является предшественником Protozoa. – *Ред.*

¹² О Рихтере см. *Аррениус С.* Образование миров. М., 1909. С. 166–167.

¹³ О У. Томсоне см. *Аррениус С.* Образование миров. С. 167.

¹⁴ *Helmholtz H.* Vortrage und Reden. Braunschweig, 1903. Bd. II. S. 88, 419.

¹⁵ О Ф. Конне см.: *Аррениус С.* Образование миров. С. 167.

¹⁶ Таковы, например, возражения о нагревании метеоритов. Уже Гельмгольц (*Heilmholtz H.* Vorträge und Regen. Braunschweig, 1908. Bd. II) ответил на это, что в трещинах споры и организмы могут сохраниться, точно так же они могут уйти из метеорита при распылении в верхних слоях атмосферы Земли до его накаливания. Эти возражения повторяются, см., например: *Macallum A.* // *Transactions of the Canadian Institute.* 1910. Vol. III, n 1. P. 427.

¹⁷ О непригодности для жизни небесного пространства см.: *Eggers.* Ср.: *Аррениус С.* Образование миров. С. 168.

¹⁸ *Аррениус С.* Образование миров. С. 162.

¹⁹ *Arrenius.* Das Werden den Welten. Leipzig, 1907.

²⁰ *Аррениус С.* Образование миров. С. 177.

²¹ Ср. возражения: *Macallum A.B.* On the origin of life on the globe // *Transactions of the Canadian Institute.* 1909. Vol. VIII, N 18, pt 3. P. 437. Этот автор, между прочим, указывает на то, что попадающие на Землю организмы оказываются сразу приспособленными к земным условиям, но вполне вероятно, что «земные условия» имеют космический характер. Выживают на Земле те организмы из множества, которые способны усваивать CO₂ (хлорофилл), O и N. Для азота эта способность более распространена, чем мы думаем. Но хлорофилл трудно представить себе вне земной поверхности. Или уже в спорах были заложены дающие начало пластиды, а жизненный процесс один на всем пространстве, где встречается жизнь? Есть еще возражения более логического, я бы сказал скорее философского, чем научного, характера. Ферворн (*Verworn Max.* Allgemeine Physiologie – ein Grundriss der Lehre von Leben. Jena, 1909) считает, что в такой форме вопрос может ставиться для всякого минерала. Это верно, по если такой процесс идет, мы будем считать с ним для всякого минерала.

²² Такова, например, гипотеза Сюлли Прюдона о потенциале жизни (*Prudhomme Sully.* Que sais je? Examen de conscience. Sur l'origine de la vie terrestre. P., 1896. P. 262). Ср. с фантазиями Н. Морозова. Среди оккультистов есть теории, тоже признававшие возможной жизнь в расплавленной планете и постепенный переход ее в обычную жизнь. Это допустимо, очевидно, и с точки зрения всех гилозонтических представлений о Мире, например в такой натурфилософии, как натурфилософия В.Н. Карпова (Основные черты органического понимания природы. М., 1913).

²³ *Vicq d'Azyr F.* Oeuvres. P., 1805. Vol. 1–6.

²⁴ *Reymond E. Du Bois.* Reden. Leipzig, 1886. Bd. 1. S. 391.

²⁵ *Sederholm.* Bulletin de la Comission geologique de Finlande. Helsinki (так у В.И. Вернадского).

^{26–27} Сам Лаплас, по-видимому, не придавал своей гипотезе того значения, какое она имела в действительности. См.: *Бело Э.* Современные космогонические идеи / Пер. с фр. П. Юшкевича. Новые идеи в астрономии. СПб., 1914. Сб. № 3. С. 83.

²⁸ Даже такие исследователи космогонии, как Пуанкаре (*Poincaré H.* Lecons sur les hypotheses cosmogoniques, professées à la Sorbonne. P., 1915), признающие, что лапласова теория все-таки лучше других, с небольшими поправками, объясняют известную нам сейчас картину Мира. Сейчас ее не принимают, так как она не объясняет многих черт звездной системы.

²⁹ О Чольбе см. биографический очерк: *Johnson E.* Altpreussische Monatsschrift. 1873. Bd. X, Heft 4, S. 338–352; *Ланге Ф.А.* История материализма и критика его значения в настоящее время / Пер. И.Н. Страхова. СПб., 1883. Т. II. С. 166.

³⁰ См.: *Fechner G.* Einige idéen zur Schöpfungsgeschichte und Entwicklungsgeschichte der Organismen. Leipzig, 1873.

^{31–32} Из русских философов на точке зрения развития идей Фехнера стоит Гиляров. См.: *Гиляров А.Н.* Философия в ее существе, значении и истории. 2-е изд. Киев, 1918. Т. 1. С. 128.

Он, по существу, присоединяется к той оценке значения идей Фехнера, на которую указывал в свое время Лассвиц (*Lasswitz Kurd. Gustav Theodor Fechner. 2-te cermidernu Aufl. Stuttgart, 1902. S. 129, 133, 192*).

³³ См.: *Мином Ч.* Что такое жизнь? М., 1913. С. 120.

³⁴ *Beinke J.* Einleitung in die theoretische Biologie. В., 1901. S. 547.

³⁵ В.И. Вернадский снова и снова подчеркивает, что ни геологические, ни биологические данные в те (20-е) годы не позволяли научно обоснованно ставить вопрос о происхождении жизни.

³⁶ *Muller J.P.* (1801–1858). Handbuch der Physiologic des Menschen, 1837. Bd. I. S. 18. Бэр, принимая после работ Пастера (он писал в 1864 г.) доказанным отсутствие самопроизвольного зарождения для микроорганизмов, считал, однако, невозможным объяснение многих случаев их появления обычным путем (*Baer K.E.* Reden gehalten in wissenschaftlichen Versammlungen und kleinere Aufsatz vermischten Inhalts. 2. Aufl. 1886. Bd. I. S. 177).

³⁷ См. историю идей Пастера на фоне развития этих представлений (*Duclaux E.* Pasteur, Histoire d'un esprit. P. 1896).

³⁸ См.: *Hartmann E.V.* Philosophie des Unbewussten. Leipzig, 1889. Bd. II. S. 214, 216; Bd. III. S. 63.

³⁹ Любопытно, что Платон видел в этом проявление свойств божества.

⁴⁰ Под *размножением* кристалла я подразумеваю появление новых центров роста (зародышей) в среде, в которой появился уже один зародыш.

⁴¹ О центрах кристаллизации см.: *Tammann Gustav.* Kristallisieren und Schmelzen – ein Beitrag zur Lehre der Aenderungen des Aggregatzustandes. Leipzig, 1903.

^{42–46} Обычно считается возможной кристаллизация без зародышей, по это предположение противоречит теории теплоты. Возможность влияния «пыли» для создания центров кристаллизации для термодинамического объяснения требует *подходящей* пыли, т.е. такой, которая отвечает условиям того твердого компонента системы, являющегося нам при кристаллизации в виде кристалла.

⁴⁷ Не ясно даже, есть ли критическое состояние твердой материи, резко выраженное. По-видимому, есть для отдельных твердых фаз. Они неизбежно должны переходить в новые. Причина этого (кристаллизации) едва ли связана с чем-нибудь иным, кроме кристаллической точки перехода. При превращении твердого вещества тоже получаются центры кристаллизации и внутри.

Другим явлением, сюда относящимся, приходится рассматривать так называемое *критическое состояние материи*. Здесь потенциальная энергия системы или одной ее фазы меняется вследствие изменения внешних условий существования. Наиболее, может быть, удобно рассматривать это явление как такое, в котором меняется в резкой форме трение системы (в смысле Дюгема). В этом случае центры кристаллизации и их аналоги (для газовых и жидких состояний) создаются вне всякого предшествующего нахождения готового зародыша или появления точки в среде с исключительной действенной энергией. Если допускать самопроизвольное зарождение, надо думать, что и здесь могут быть проявления той же формы.

⁴⁸ *Wilson Ch.* [The condensation method of demonstrating of the ionisation of air under normal conditions // *Philosophical Magazine* / 1904. Vol. 7].

⁴⁹ Вопрос о центрах тумана все-таки очень неясен. По-видимому, такими центрами могут быть: 1) мельчайшие пылинки, 2) молекулы азота, аммиак и другие соединения азота и т.п. и, наконец, 3) ионы. Только последнее доказано экспериментально. Действие других причин, здесь указанных, неясно. Может быть, мы имеем в конце концов одну причину – ионизацию?

⁵⁰ Приходится допустить выделение энергии во время процессов образования какого-нибудь соединения как источника зарождения кристалла. К сожалению, нет попыток выяснить, при каких условиях получаются центры кристаллизации; в этом случае было бы интересно рассмотреть этот вопрос в связи с термохимическими данными. Белки и другие вещества, не выделяющиеся в кристаллах, образуются с большим поглощением тепла, а не с его выделением. На связь кристаллизации с химическим процессом обратил внимание П. Орлов (*Орлов П.* // Журн. Рус. физ.-хим. о-ва. 1896. Вып. 8). О status nascenti как элементе кристаллизации писал Нернет.

⁵¹ *Nägeli.* Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München; Leipzig, 1884. Bd. I. S. 86.

⁵² *Meldola R.* Evolution Darwinian and Spencerian: the Herbert Spencer Lecture delivered... 8 December, 1810. Oxford, 1910. P. 16–24; Schaefer E. Report of the British Association for the advancement of Science. L., 1913. Vol. LXXII. P. 13.

⁵³ Очень схожи воззрения Дидро. См.: Diderot D. Pensées sur l'interprétation de la nature. P., 1757.

⁵⁴ См.: *Hartmann Eduard.* Philosophie des Unbewussten. 1. Aufl. Leipzig, 1889. Bd. II. S. 214, 216; Bd. III. S. 63.

⁵⁵ *Lockyer N.* Inorganic evolution as studied by spectrum analysis. L., 1900. P. 169–170.

⁵⁶ *Allen F.* Report of the British Association for the Advancement of Science. L., 1896. Ср.: Roy. Lonvester Protozoa. Enciclopedia Britanica.

^{57–58} Часть этих возражений касается всякой теории произвольного зарождения. Ср. логические возражения Канта (Kritik der Urtheilskraft, § 81). *Reinke J.* Die Welt als Tat. В. 1905. S. 297; *Reinke J.* Einleitung in die theoretische Biologie. В. 1901. S. 556.

⁵⁹ Очень часто возникновение этих теорий объединяют известным приспособлением к господствующим религиозным воззрениям. Мне кажется такое объяснение слишком поверхностным. Несомненно, критика существующих объяснений происхождения жизни вполне может привести к сознанию их чрезвычайной случайности и произвольности. Перед этими объяснениями, которые только кажутся научными, приобретают особое значение такие объяснения, которые открыто и явно выходят за пределы научного понимания. Поэтому такие объяснения – творческий акт творца – допускал, например, Дарвин. См.: *Darwin Ch.* Origin of species by means of natural selection. L., 1859; *Reinke J.* Einleitung in die theoretische Biologie. S. 559. Салли Прюдом указывает, что этих воззрений придерживался французский геолог Э. Фуке (*Prudhome Sully*). Que sais je? Sur l'organe de la vie terraine. P., 1896. P. 254–255).

⁶⁰ Выдвигал гипотезу «Случая» Умов (*Умов Н.* Собр. соч. / Под ред. А. Бачинского. М., 1916. Т. III. С. 337). Он указывает, что она делает ненужной гипотезу о специальном акте творения. Это верно. Обе эти гипотезы равноценны и могут заменять друг друга, но обе лежат вне поля научных исканий. Одна основана на религиозном представлении об окружающем, другая – на философском.

⁶¹ Я оставляю в стороне другие принадлежащие к тому же типу гипотезы о развитии жизни, не стоящие на почве лапласовской или аналогичных космогоний, ибо эти представления не вошли в научное мировоззрение и не повлияли на научную мысль. Они являются поэтому пока всецело уделом философии. Таковы, например, идеи Фехнера об особом космоорганическом состоянии вещества нашей планеты в то время, когда могла зародиться на ней жизнь. Впрочем, на почве фехнеровских идей стоит «теория диссоциации». «Мы не имеем точки опоры для суждения о том, каким образом или из каких предшествующих ступеней неорганической материи могла развиться протоплазма. Скорее еще можно было бы понять это, если бы можно было считать возможным, что на известной стадии уплотнения первичной туманности в *общей вещественной основе* неорганическая часть Природы отделилась от сходно устроенного с природой органического. Но при этом мы можем натолкнуться на непреодолимые, может быть, трудности» (*Раубер А.* Руководство по анатомии человека. СПб., 1912. Отдел 1. С. 62).

⁶² О нем см.: *Арпениус С.* Образование миров. С. 166.

^{63–66} Я признаю огромное значение философской работы. Ученый может идти этим путем, но должен при этом всегда помнить, что он идет по пути ему чуждому.

⁶⁷ *Vernon H.* // The Journal of Physiology. Vol. XIX. L., 1895. P. 18.

⁶⁸ Вместе с водой взвешиваются летучие составные части, газы и т.д.

⁶⁹ *Schimper A.F. W.* Pflanzen-geographie auf Physiologischer Grundlage. Jena, 1898. S. 13.

⁷⁰ *Dastre Albert* (1844–1917). La vie et la mort. P., 1908. P. 186.

⁷¹ Ср.: *Radl E.* Geschichte der biologischen Theorien. Leipzig, 1909. Bd. 2. S. 390.

⁷² В пресноводных корненожках *Arcella Diffugia hydrostatica*, в синезеленых водорослях. См.: *Воронков Н.В.* Планктон пресных вод. М., 1913. С. 6. См. числа Бишофа и Г. фон Либиха у *А. Раубера* (Руководство по анатомии человека. С. 202).

⁷³ *Unger F.* Beiträge zur Physiologie der Pflanzen // Sitzungsberichte der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Academie der Wissenschaften. Wein, 1854. Bd. XII. S. 373.

⁷⁴ *Ibid.* S. 377; *Aubert* // Revue général de botanique. 1892. Т. IV. P. 276.

⁷⁵ *Hartig R.* Ueber die Vertheilung der organischen Substanz, des Wassers und Luftraumes in den Bäumen, und über die Ursache der Wasserbewegung in transpirierenden Pflanzen. B., 1882. Bd. 2. S. 46.

⁷⁶ На *Robinia pseudoacacia*, как очень бедную лубом, указал мне Е.Ф. Вотчал. Надо думать, что для нее количество неживого вещества будет особенно большим.

⁷⁷ *Reinke J.* Rodewald. Untersuchungen aus dem botanischen Laboratorium Göttingen. 1881. Bd. 2; *Reinke J.* Einleitung in die theoretische Biologie. B. 1901. S. 231.

⁷⁸ *Bottazzi F.* Das Cytoplasma und die Körpersäfte. Handbuch der vergleichenden Physiologie. Jena, 1911. S. 11.

⁷⁹ *Lilienfeld Leon.* Zur chemie der Leucocyten. – Zeitschrift für Physiologische Chemie, herausgegeben von F. Hoppe-Seyler. Strassburg, 1893, Bd. XVIII, S. 485.

⁸⁰ *Heidenhaim Martin.* Plasma und Zelle. Erste Abteilungen. Allgemeine Anatomie der lebendigen Masse. Jena, 1907; *Koltzoff N.* (работу В.И. Вернадский не указал. – *Ред.*); *Gaidukow N.M.* Dunkelfeldbelichtung und Ultramikroskopie in der Biologie und in der Medizin. Jena, 1910.

⁸¹ Н.Ф. Кашенко называет их некроном в отличие от трупа многоклеточного организма (Смерть и долголетие с биологической точки зрения. М., 1914. С. 23).

⁸² См.: *Bottazzi F.* Das Cytoplasma und die Körpersäfte. Handbuch der vergleichenden Physiologie. Jena, 1911. Bd. I. S. 29.

⁸³ Метаплазматическими образованиями являются «зернышки» клеток, состоящие из продуктов изменения коллоидов протоплазмы. «Metaplasmatische Strukturen und Stoffe sind also: die intercellularen Strukturen und Stoffe der Stützgewebe, die Kittsubstanzen, die Cellulosemembranen, die intraund extracellularen Skellete, die Pigmentkörnchen u. s. w.» (*Bottazzi F.* Das Cytoplasma und die Körpersäfte).

⁸⁴ Параплазматическими выделениями называют вещества, изготовленные деятельностью клетки. Таковы капли жира, гликоген, зерна крахмала, клеурана и т.д. (*Bottazzi F.* Das Cytoplasma und die Körpersäfte).

⁸⁵ *Brücke Ernst.* Die Elementarorganismen. Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Academie der Wissenschaften. Wein, 1861. Bd. 44(11). S. 381.

⁸⁶ Ср., например: *Иосиф Л.* Физиология растений / Пер. А.А. Рихтера. СПб., 1914. С. 13.

⁸⁷ *Bottazzi F.* Cytoplasma und die Körpersäfte // Handbuch der vergleichenden Physiologie. Jena, 1911. S. 29.

⁸⁸ *Sosnowski J.* Beiträge zur Chemie der Zelle // Centralblatt für Physiologie. Leipzig; Wein, 1899, Bd. 13, N 11. S. 267; *Emmerling O.* Hydrolyse der meerleuchtinfusorien der Nordsee (*Noctiluca miliaris*) // Biochemische Zeitschrift. B. 1909, Bd. XVIII. S. 372; *Panzer T.* Beitrag zur Biochemie der Protozoen. Hopper-Seyler's Zeitschrift für Physiologische Chemie. Strassburg, 1911. Bg. 73. S. 109–128; *Czapek F.* Biochemie der Pflanzen. Jena, 1913. Bd. I. S. 22.

⁸⁹ *Bernard Cl.* Leçons sur les phénomènes de la vie, etc. P., 1878. P. 194.

⁹⁰ Общую критику теории преемственности этих образований см.: *Навашин С.* Принцип преемственности и новые методы в учении о клетке высших растений // Журн. Рус. ботан. о-ва при император. Акад. наук. Пг., 1916. О хондриосомах см.: *Левшин А.* Экспериментально-цитологическое исследование взрослых листьев автотрофных растений в связи с вопросом о природе хондриосом. Саратов, 1917. С. 12, 218. Левшин отрицает морфологическую независимость хондриосом и считает их эмульсионными формами, в виде которых выделяются некоторые вещества клеток.

⁹¹ Об этом см.: *Ружичка Владислав.* О наследственном веществе и механике наследственности. Новые идеи в биологии. СПб., 1914. Сб. № 5. С. 127.

⁹² *Hertwig O.* Allgemeine Biologie. 4. Aufl. Jena, 1912. S. 47.

⁹³ Если признать нахождение во всех бактериях и плазмы и вещества ядра, то придется допустить иногда чрезвычайно малое количество плазмы. Это вытекает из указания Гочлиха, допускающего во всех бактериях существование ядра и плазмы. См.: *Gotschlicht E.* Handbuch der pathogenen Mikroorganismen (*W. Kolle* und *A. Wassermann*). Jena; B.; Wien, 1903. Bd. I. S. 44.

⁹⁴ См.: *Gotschlicht E.* Handbuch der pathogenen Mikroorganismen (*W. Kolle* und *A. Wassermann*). Jena; B.; Wien, Erg. II. Jena, 1909. S. 4.

⁹⁵ Об энергиях см.: *Sachs J.* Flora. 1892. Об этих теориях см.: *Radl E.* Geschichte der biologischen Theorien. Leipzig, 1909. Bd. II. S. 390.

⁹⁶ Таков «протобатий», который был одно время открыт Гексли и оказался мертвым выделением или продуктом разрушения организмов. Историю протобатии и связанных с ним споров см.: *Hertwig O. Allgemeine Biologie. 4. Aufl. Jena, 1912. S. 263–264; Radl E. Geschichte der biologischen Theorien. Leipzig, 1909. Bd. II. S. 291.*

⁹⁷ *Bottazzi F. Das Cytoplasma und die Körpersäfte. S. 11.*

⁹⁸ *Lilienteld Leon. Zur Chemie der Leucocyten // Zeitschrift für physiologische Chemie, herausgegeben von F. Hoppe-Seyler. Strassburg, 1893. Bd. XVIII.*

⁹⁹ *Sosnowski J. Zentralblatt für Physiologie. Leipzig; Wien, 1899. Bd. XIII, N 11.*

¹⁰⁰ *Rubner M. Theorie der Ernährung nach Vollendung des Wachstums // Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde. Stuttgart, 1908. Bd. 66. S. 1; Tangl F. Allgemeine biochemische Grundlagen der Ernährung. – Handbuch der Biochemie des Menschen und der Tiere (Carl Oppenheimer). Jena, 1909. Bd. III. Heft. 2. S. 22.*

¹⁰¹ Сейчас биологи отходят от этой гипотезы, очень обычной в популярных книжках. См., например, возражения у Л. Иоста (Физиология растений / Пер. А.А. Рихтера. СПб., 1914. С. 12–13).

¹⁰² *Pflüger's Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere. Bonn, 1893.*

¹⁰³ *Galton F. On blood relationship // Proceedings of the Royal Society. L.; June, 13, 1872.*

¹⁰⁴ «To explain differences of function and development of a germ without assuming differences of structure is, there fore, to admit, that the properties of a germ are not those of a purely material system» (*Maxwell J.C. The scientific papers / Ed. by D.W. Niven. Cambridge, 1890. Vol. II. P. 461.*)

¹⁰⁵ *Radl E. Geschichte der biologischen Theorien in der Neuzeit. Leipzig; B., 1909. Bd. II. S. 387.* Он считает, что они не были приняты, так как Дарвин осветил их очень грубой примитивно, не будучи знаком – вне книг – с теорией клеток и гистологией. Едва ли, однако, правильно он связывает с теорией Дарвина другие представления, развившиеся от него вполне независимо.

¹⁰⁶ *Radl E. Geschichte der biologischen Theorien... S. 23.*

¹⁰⁷ *Altmann Richard. Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen. Leipzig, 1890; ср.: Hertwig O. Allgemeine Biologie. 4. Aufl. Jena, 1912. S. 23.*

¹⁰⁸ *De Vries Hugo. Berichte der deutschen botanischen Geschichte. B., 1900. S. 83.*

¹⁰⁹ Работы Бэша чрезвычайно многочисленны. Это был, несомненно, первоклассный химик и точный экспериментатор. Настоящего опровержения его работ я не знаю. Из его работ см.: *Bèchamp A. Comptes rendus des sciences et Soc. de biologie. P., 1882. P. 256.*

¹¹⁰ До 12% сухого вещества в вытяжке из 20 панкреатических желез быка (*Bèchamp A. Comptes rendus des sciences et Soc. de biologie. P. 259.*)

¹¹¹ *Charlton Bastian Henry. The Origin of life. Being an account of experiments wiht certain superheated saline solutions in hermetically sealed vessels. L., 1911. P. 65. Ср.: Schaefer E. Report of the British Association for the Advancement of Science. L., 1913. Vol. 82. P. 12.*

¹¹² *Schaefer E. Report of the British Association for the Advancement of Science. P. 6.*

¹¹³ Лишь отдельные натуралисты допускали возможность таких проявлений жизни. См.: *Helmholtz H. Vortrage und Reden. Braunschweig, 1896. Bd. 2. P. 90.* Сравнение жизни с пламенем мы наблюдаем уже в XVII в. у Лейбница. См.: *Карпов В.Л. Шталь и Лейбниц // Вопр. философии и психологии. 1912. Кн. IV(114). С. 341.*

^{114–116} К этому можно подойти, исходя из соображений другой категории, здесь не затронутой, например, очень ярко это ставится в явлениях наследственности для вдумчивого исследования при обычных представлениях о «живых белках»: «...и это ничтожное количество вещества обладает способностью до мельчайших деталей регулировать отложение поступающих извне посторонних масс, которые... почти в 18 000 миллионов раз тяжелее самой яйцеклетки. Таким образом, из всей массы нашего тела действительно унаследовано лишь 0,0000000056%! Каким образом этому ничтожному количеству вещества удается руководить сложным процессом развития? Каким образом оно сохраняет свою индивидуальность, не теряется при таком колоссальном разжижении, если можно так выразиться, и снова собирается, сосредоточивается в половых клетках организма? На это мы не можем в настоящее время дать удовлетворительного ответа» (*Муэ Г. Жизнь и ее проявление / Пер. С. Нагибина, Л. Кречетовича. М., 1912. С. 193.*)

¹¹⁷ *Gaidukow N. Parasitenkunde und Infektionskrankheiten // Zentralblatt für Bakteriologie. Jena, 1906. Abt. (2). Bd. XVI. S. 667; Gaiducow N. / Verhandlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Aerzte. Leipzig, 1907. Bd. II. S. 266; Mollisch H. I.e. S. 223; Gaidukow N.*

Zeitschrift für Botanik. Jena, 1908. Bd. LXVI. S. 131; *Raelmann E.* Klinische Wochenschrift. B. (104), 1909. S. 186; *Mackenzie J.J.* Ultramicroscopic organisms // Transactions of the Canadian Institute. Toronto, 1905. Vol. VIII, N 16. P. 54.

¹¹⁸ *Шеффер Э.А.* Жизнь, ее природа, происхождение и сохранение. М., 1913. С. 115.

¹¹⁹ *Prof. Dr. Loeffler, Prof. Dr. Frosch.* Summarischer Bericht über die Ergebnisse der Untersuchungen der Commission zur Erforschung der Maul- und Klauenseuche // Deutsche Medicinische Wochenschrift. Leipzig; B., 1897. N 39. S. 617; *Prof. Dr. Loeffler, Prof. Dr. Frosch.* Berichte der Commission zur Erforschung der Maul- und Klauenseuche bei dem Institut für Infectionskrankheiten in Berlin // Deutsche Medicinische Wochenschrift. 1898. N 5. S. 80; Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infectionskrankheiten. Jena, 1898. Bd. XXIII. S. 371.

¹²⁰ См. обзоры Н. Ушинского: *Mackenzie J.J.* Ultramicroscopic organisms // Transactions of the Canadian Institute. Toronto, 1905. Vol. VIII, N 16. P. 54. «Если существует ультрамикроскопическая жизнь, то к ней, по всей вероятности, уже неприложимо привычное нам представление о живом организме как морфологически определенном индивидууме». См.: *Муэ Г.* Жизнь и ее проявления / Пер. с изм. и доп. С.Ф. Нагибина, Л.М. Кречетовича. М., 1912. С. 241.

¹²¹ См., например: *Мунот Ч.С.* Что такое жизнь? – речь, прочитанная в Иене в декабре 1912 г., в которой он утверждал: «По крайней мере я признаю невероятным существование невидимых живых организмов». См.: *Шеффер Э.А.* Жизнь, ее природа, происхождение и сохранение. С. 115.

¹²² *Mocard E.* Handbuch der pathogenen Mikroorganismen (W. Kolle und A. Wassermann). Jena, 1903. Bd. III. S. 705.

¹²³ *Von Esmarch.* Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infectionskrankheiten. Jena, 1902. Bd. XXXII, N 8–9; *Mackenzie J.J.* Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infectionskrankheiten. Jena, 1905. Bd. VIII. S. 58.

¹²⁴ *Mackenzie J.J.* Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infectionskrankheiten. Jena, 1905. Bd. VIII. S. 58.

¹²⁵ Ibid.

¹²⁶ *Bastian H.* The Origin of Life. L., 1911. P. 65.

¹²⁷ Fa'Herelle. Comptes Rendus. 1917. T. CLXV. P. 373.

^{128–129} Ср.: *Maxwell J.C.* The scientific papers / Ed. by D.W. Niven. Cambridge, 1890. Vol. II. P. 460. Интересно проследить рост наших представлений о величине молекул после работ Лошмидта, Стоняя и Томсона.

¹³⁰ *Maxwell J.C.* The scientific papers. P. 461.

¹³¹ *Gotschlich E.* Handbuch der pathogenen Mikroorganismen (W. Kolle und A. Wassermann). Jena, 1903. Bd. 1. S. 33.

¹³² Ibid. S. 35.

¹³³ *Брэдмед Д.Г.* История Египта с древнейших времен до персидского завоевания. М., 1915. Т. 11.

¹³⁴ *Areopagita Dionysius.* Da divin. nom. IV. 4. M. Vol. 700, 1, col. 1593, IV, 10, col. 708. Это сочинение относят к VI в. Оно явно носит следы влияния Прокла и христианских богословов Григория Богослова и Григория Нисского. См. этот текст: *И.В. Понов.* Идея обожения в древневосточной церкви // Вопр. философии и психологии. М., 1909. Кн. 97. С. 185–186.

¹³⁵ *Flammazion C.* La pluralite des mondes habités; etudes ou l'on expose les conditions d'habitabilité des terres celestes discutées an point de vue l'astronomie, de la physiologie et de la xilosophie naturelle. P., 1866.

¹³⁶ *Fontenelle Bernard de Bovier.* Entretiens sur la pluralite des mondes. P., 1686. Я пользовался изданием 1826 г. с примечаниями С. де Лаланда. О Фонтенеле см.: *Flourens P.* Journal de Sav. P., 1 846. P. 274; *Maury A.* L'Ancienne Academic des Sciences. P., 1864. T. 99. P. 43, 154.

¹³⁷ *Simon Laplace Pierre.* Exposition du système du monde. P., 1824. Ch. VI.

¹³⁸ См.: *Herschel W.* Transactions of the Royal Society. 1793. P. 54. Эти идеи высказывались до Гершеля, но тогда, за 10 лет до Гершеля, считались совершенно невероятными.

¹³⁹ См.: *Bergson Henry.* L'évolution creatrice. P., 1907. P. 278.

¹⁴⁰ О П.Ф. Федорове (1828–1903) – русском религиозном мыслителе-утописте см.: *Булгаков С.* Два града. Исследования о природе общественных идеалов. М., 1911. Т. II. С. 260–277; *Кожевников В.А.* Николай Федорович Федоров. М., 1908.

¹⁴¹ *Arago Francois. Oeuvres completes F. Arago. 2-me edition par S.A. Barrel. P., 1865. T. 1. P. 350–351.*

¹⁴² *Black Joseph. A realize on chemistry, vol. 1... (автором не дописано. – Ped.). О Блеке см. яркие страницы: Mach Ernst. Die Principien der Wärmelehre: historisch-kritisch entwickelt. Leipzig, 1896. S. 158.*

¹⁴³ *Bernard Claude. Lecons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux el aux végétaux. P., 1878. T. 1. P. 67.*

¹⁴⁴ *Bernard Claude. Lecons sur les phenomenes dela vie aux animaux et aux végétaux. P., 1878. T. 1. P. 33.*

¹⁴⁵ *Умов Н.А. Сочинения / Под ред. А. Бачинского. М., 1916. Т. III.*

¹⁴⁶ *Thompson W. Report of the Fortieth meeting of the British Association for the Advancement of Science; held at Liverpool in September 1870. L., 1871.*

¹⁴⁷ *Helmholtz H. Vorträge und Reden. Braunschweig, 1903. Bd. U.S. 420.*

¹⁴⁸ *Прав Виндельбанд, называющий учение Лейбница «абсолютным витализмом» (Windelband W. Die Geschichten den neueren Philosophie. 2. Aufl. Leipzig, 1899. Bd. 1. S. 471).*

¹⁴⁹ Идея о том, что «вечные органические молекулы» строят организмы и другие индивидуализированные тела природы, в XVIII в. независимо от Бюффона высказывались другими. Они получили ясную форму в середине XVIII в. и, может быть, впервые высказаны Ля Метри. Их высказывали Дидро, Мопертюн, а Бюффон систематизировал эту идею. См.: *Windelband W. Die Geschichten den neueren Philosophie. S. 388).*

¹⁵⁰ *Дюбуа Реймон (Reymond E. Du Bois. Reden. Leipzig, 1886. Bd. 1. S. 43) непосредственно заимствовал представления Бюффона.*

БИОСФЕРА*

ОТ АВТОРА¹

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 со 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 осознается, 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 предвзятые идеи*, исторически выясненное проникновение которых в геологическую мысль кажется ему противоречащим существующим в науке эмпирическим обобщениям, этим основным достижениям естествоиспытателя.

* Впервые опубликовано: Л., Науч. хим.-тех. изд-во, 1926. 146 с.; 2-е изд. на фр. яз. – Р.: Alcan, 1929. Т. XIII. 232 р. В дальнейшем опубликовано в: Избр. соч.: В 5 т. М.: Изд-во АН СССР, 1960. Т. 5. С. 7–102; Избр. тр. по биогеохимии. М.: Мысль, 1967. 376 с.; на англ. яз. – L. Synergetic-Press, 1986. 82 р.; Биосфера и ноосфера. М.: Наука, 1989. С. 6–116.

¹ Здесь и далее подстрочные примечания см. в конце работы.

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 неполного логического анализа основ эмпирического значения.

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 былое существование огненно-жидкой или горячей газообразной 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 предвзято существование *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 жизни 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 газообразного 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 г.²

БИОСФЕРА В КОСМОСЕ

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

Ф. Тютчев, 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 осознавать 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, то 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 лишнюю материю 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, заряды. 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 сорока 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 излучения 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 сорока 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 – известны 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 вещества 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 степени 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 веществе биосферы проявление космического механизма.

Это отнюдь не является следствием того, что часть вещества биосферы, может быть бóльшая, 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 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 совокупности действия 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, непохожих 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 законности, которые в корне противоречат этим объяснениям.

И в то же время общая картина химического строения всех других небесных светил открывает перед нами такие их сложность, 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.

Огромное значение этих явлений не должно, однако, 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). 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).

Область других фактов является, может быть, еще более непонятной. Попытки объяснить их геологическими причинами (Д. Томсон, 1921) противоречат известным в этой области явлениям. Нам непонятны *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 объяснить различие состава земной коры и земного ядра; не может быть случайным выявляющееся сходство между составом метеоритов и составом 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, со 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. Рассель 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) 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, все же 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 решение стоящей перед нами задачи и где искать его безнадежно. Наше понимание наблюдаемого изменяется коренным образом.

В верхней поверхностной пленке нашей планеты, в биосфере, мы должны искать отражение 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 со строением всего космического механизма. И эту связь мы можем установить в бесчисленных нам известных других фактах ее истории.

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. Нернст) 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 разно-

образии 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 излучений 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. Носители превращений всегда природные тела, и они 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 среды одними ультрафиолетовыми лучами Солнца. Мы должны считаться здесь со сложным процессом. Здесь «задерживаются», т.е. превращаются в новые явления, уже земные, все формы лучистой энергии Солнца за пределами тех 4 1/2 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, более длинные и более короткие волны им не вредят. Задерживая нацело короткие волны, стратосфера охраняет от них нижние слои земной поверхности – область жизни.

Чрезвычайно характерно, что главное поглощение этих лучей связано с озоном (озоновый экран – § 115), образование которого 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 вследствие 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 ее 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 умножительной 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 механизмом 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 инфракрасных 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 несравним 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 в 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 энергии³.

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 со 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 составе земной коры, в течение долгих поколений казавшиеся правильными, отбросить долго царившие объяснения чисто геологического характера (§ 6). То, что казалось логически и научно неизбежным, в конце концов оказалось иллюзией, и явление представит 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 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 губельны 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, не 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 введут новый принцип или аксиому в науку, новое недоказуемое и целиком невыводимое из известных аксиом и принципов понятие, 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 ним мир атомов.

14. Живой организм биосферы сейчас эмпирически должен изучаться как особое, целиком несводимое 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 задача, многими ставившаяся в науке, может оказаться столь же иллюзорной, какой оказалась проблема квадратуры круга. В области биологии мы не раз подходили 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, объединяемым 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 упускаются 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 забываясь о согласии или несогласии полученного 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 поддаваясь 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, которая после открытия Д. Мозли (J. Moseley), сделанного в 1915 г., стала широким полем для научных гипотез.

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.

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) 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 времени условия земной среды были доступны для его существования, т.е. непрерывно были близки 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 вещества⁴;

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.

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, исчезают из круга нашего рассмотрения, так как 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 орга-

низ 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.

ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО В БИОСФЕРЕ

19. Биосфера – единственная область земной коры, занятая жизнью. Только в ней, в тонком наружном слое нашей планеты, сосредоточена жизнь; 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, составляющих материю земной поверхности. 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), сохранили прямые отпечатки и явные следы организмов. Правы ученые (Шухерт, 1924), 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. За это время энергия Солнца не могла заметно меняться, и это вполне совпадает с астрономическими возможностями (Шаплей, 1925).

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 ис-

чезновением 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 привнесением 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 так же 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, сообществами 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 проявилось бы основным образом влияние жизни, накладывающей неизгладимую печать на всю химию земной коры.

Жизнь не является, таким образом, внешним случайным явлением на земной поверхности. Она теснейшим образом связана со строением земной коры, входит в ее механизм и в этом механизме 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 термодинамического поля, где они устойчивы, и попадают в биосферу, в иное термодинамическое поле, где 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, 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, обрабатывающем, как инертную массу, зеленый организм, который он освещает.

Очень возможно, что правильнее 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 существуют в биосфере такие условия, которые обеспечивают световому лучу на его пути встречу с зеленым растением – этим трансформатором носимой 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 присущую ему в механизме земной коры функцию, 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 превращения.

Живое вещество – совокупность организмов – подобно массе газа растекается по земной поверхности и 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 разрешены и сдерживаются 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.

Несмотря на чрезвычайную изменчивость жизни, несомненно, что 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 законам. Все учитывается и все приспособляется с той же точностью, с той же механичностью и с тем же подчинением мере и гармонии, какие 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 – характернейшее и важнейшее выявление в биосфере всей жизни, коренное отличие живого от мертвого, форма охвата энергией жизни всего пространства биосферы. Оно выражается нам 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 представляет газ. 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 все другие живые существа, 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 движутся. 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 со 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 замирает, когда газовый обмен не может иметь места. Газовый обмен – это *дыхание* организмов; оно, как мы увидим, глубоко меняет, направляет размножение. В движении размножения 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 как таковые.

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

Временами на небольших относительно пространствах мы видим прекращение жизни высшей растительности. Лесной пожар, степные палы, взрыленные, распаханые, запущенные поля, вновь образовавшиеся острова, застывшие потоки лавы, покрытые вулканическим пеплом пространства суши, освободившиеся от ледников и водных бассейнов ее пространства, новые почвы, образованные на безжизненных скалах лишайниками и мхами, – эти и другие формы бесконечных проявлений жизни на нашей планете на некоторое время образуют лишенные 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 утраченные или новые места. Отчасти они занимают их проникновением извне, приносом семян подвижными организмами или еще больше ветром, отчасти возникают от всюду 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 осуществляется благодаря размножению организмов, зависит от специфичной для их размножения 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 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 глушит.

28. Членистоногие насекомые, клещи, пауки составляют главную массу живого животного вещества суши. В тропических и подтропических странах среди них преобладающую роль играют Orthoptera, муравьи, термиты. Размножение их идет своеобразным путем. Хотя геохимическая энергия, ему отвечающая (§ 27), 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 термитами-рабочими, 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 закономерности: 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 защищать 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 – $5,10065 \cdot 10^8$ км².

29. Среди организмов *бактерии* занимают особое место. Это организованные тела мельчайших известных размеров: линейные размеры их измеряются 10^{-4} см 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 22–23 минуты, с такой же правильностью, как откладывает яички самка термитов или обращается около Солнца планета, на которой эта бактерия 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. Таким путем в течение полутора и менее суток бактерии могли бы покрыть тонким однослойным покровом поверхность земного шара, которую в результате размножения зеленые травы или насекомые могли бы преодолеть в течение ряда лет, в отдельных случаях сотен дней.

В морской среде находятся бактерии почти шаровой формы, объем которых, по М. Фишеру, достигает $1 \mu^3$, т.е. 10^{-12} см^3 . В 1 см^3 может заключаться 10^{12} неделимых, и при быстроте их размножения – в сутки около 63 делений каждой клетки – кубический сантиметр 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 таким 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 1 см^3 той величины, которая определяет в нем количество газовых молекул, т.е. $2,706 \cdot 10^{19}$ (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 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, в 10^{-12} см³ объемом, в 1,47 суток – меньше чем в полутора суток – образовала бы в этом море сплошную пленку в $5,10065 \cdot 10^8$ км².

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

В 90-х годах прошлого столетия проф. М.А. Егунов 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 км², и лежала бы на границе кислородной поверхности, т.е. на глубине 200 м. Однако исследования проф. Б.Л. Исаченко, 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 Кильдинских островов, которое на всей своей поверхности всегда покрыто сплошной пленкой пурпурных бактерий (К. Дерюгин, 1926).

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 растения пропорциональна скорости размножения вида, в нашем случае бактерии Фишера.

При своем максимальном развитии, когда данный вид заселит всю земную поверхность ($5,10065 \cdot 10^8$ км²), 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} см³, при образовании пленки во «вселенском море» Э. Зюсса развила бы энергию, скорость продвижения которой по земному диаметру была бы равна около 33 100 см/с.

Это явление может быть выражено в иной форме. Скорость v , равная 33 100 см/с, 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 «вселенском 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 выражение свойств автономных организмов или их совокупностей – живых веществ; она выражает их размно-

жение 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 Юпитере, площадь и экватор которого иные, чем Земли, будет иная, хотя бы сам организм оставался при этом неизменным.

Этот специфически земной характер скорости передачи жизни вызывает 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 единообразной 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, Ж. Бюффону, А. Гумбольдту, К. Эренбергу, К.М. 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) Темп размножения, сказывающийся в таком эффекте, отличен для каждого организма и находится 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 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, неотделимое от биосферы, созданное и приспособившееся к ее условиям.

Перенесенная в отвлеченное время и отвлеченное пространство математики, жизнь является фикцией, созданием нашего разума, отличным от реального явления.

Если мы хотим иметь точные, научные представления, в наши положения о ее свойствах мы должны внести поправки в отвлеченные понятия времени и пространства; 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 определенно-го 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 и 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, – прежде всего 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, определенно и находится в зависимости от размеров и условий их существования. Когда оно достигнуто, процесс размножения останавливается, задерживается внешним неодолимым препятствием. В каждом пруду создается своеобразное

динамическое равновесие, аналогичное тому, какое в нем наблюдается при испарении воды с его поверхности. Упругость паров 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*. 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 $5,10065 \cdot 10^8 \text{ км}^2$. 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. Слоны в Индии требуют до 30 км^2 , овца на горных пастбищах Шотландии – около 10^5 м^2 , средний улей пчел – не менее $10\text{--}15 \text{ км}^2$ (одна пчела – не менее $2 \cdot 10^{-4} \text{ км}^2$, т.е. 200 м^2) среднего красного леса Украины, от 3000 до 15 000 неделимых планктона хорошо развиваются в 1000 см^3 морской воды, $25\text{--}30 \text{ см}^2$ 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.

Не буду здесь останавливаться на очень еще мало изученной этой важной константе жизни в биосфере⁵. Ясно, что наибольшая плотность сплошного покрова (типа ряски или протококка) или сплошного заполнения 1 см^3 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 изменения организма, т.е. его длины и ширины (коэффициент K_1)⁵.

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

Прежде всего, очевидно, *есть предельное, одинаковое для всех организмов, наибольшее расстояние, по какому может распространяться передача жизни*. Оно равно земному экватору, т.е. $40\,075\,721 \text{ м}$.

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 поверхнос-

ти 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 v – передачи жизни.

Эта скорость – v – связана со стационарным числом следующей формулой:

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

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 назад точным наблюдателем живой природы К. Земпером (1888). 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 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 размера организма. Для самых мелких организмов, для бактерий, она, как мы видели, близка к скорости звука, т.е. к величине, равной 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 зависимости 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 $\frac{pv^2}{2}$, где p – средний вес организма⁶, скорость растекания геохимической энергии которого равна v , дает нам выражение *кинетичес-*

кой геохимической энергии живого вещества. Взятое по отношению к определенной площади или объему биосферы, оно может дать нам выражение той химической работы, которая в геохимических процессах этих 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 – 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, есть измененная солнечная энергия.

Во-вторых, все более выясняется, что в случаях максимальных урожаев количества органического вещества с гектара почвы и гектара океана суть числа одного порядка, приближающиеся 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.

41. Кинетическая геохимическая энергия организма $\frac{pv^2}{2}$, взятая по отношению к гектару, т.е. к 10^8 см², выражается следующей формулой, где $\frac{10^8}{k}$ – количество организмов на гектар при достижении ими стационарного числа (§ 37), а k – коэффициент плотности жизни (§ 36):

$$A_1 = \frac{pv^2}{2} \cdot \frac{10^8}{k} = \frac{pv^2 N_{\max}}{25,100065 \cdot 10^{18}}.$$

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

$$A_1 = \frac{pv^2}{22} \cdot \frac{10^8}{k} = a \cdot 3,51 \cdot 10^{12} CGS,$$

где a – коэффициент, близкий к единице⁷.

Из этой формулы ясно, что кинетическая геохимическая энергия Protozoa определяется скоростью v , связанной с весом, размерами организма и темпом размножения Δ . Отнесенное к Δ , v выражается следующей простой формулой⁸:

$$v = \frac{46\,383,93 \lg 2\Delta}{18,70762 - \lg k},$$

в которой числовые, постоянные для всех видов организмов коэффициенты связаны с размерами планеты (с площадью ее поверхности и длиной ее экватора, причем величины выражены в сантиметрах и секундах)⁹.

Из формулы скорости очевидно, что одни размеры планеты не могут объяснить действительно существующий предел для v и 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, необходимо 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, исчисляемое в 10^{20} – 10^{21} г. 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 – должен 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 $n \cdot 10^{-5}$), 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.

По нашим современным представлениям, таким образом, приходим к физическому абсурду.

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 дыхания – играет 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 температуре, 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 и 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 неизвестен, но он 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 годы 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 $2,0 \cdot 10^{25}$ 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 в 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, 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? Эта 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!

ЗЕЛЕНОЕ ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО

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

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 о 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, то 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.

47. Строение этого зеленого трансформатора солнечной энергии на *суше* в море резко различно. На *суше* преобладает *травяная* явнобрачная растительность, *древесная* составляет по весу значительную, может быть близкую ей, часть; зеленые водоросли и другие тайнобрачные, 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, теряются 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 v 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.

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 М. Ломану, 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 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 замирает развитие пшеницы, эта разница – δ^{365} – достигает 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 быстроте 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 сравнимы 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 пять лет дал бы $2 \cdot 10^{25}$ 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 дать 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 в условиях 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 травяною растительностью, так как благодаря свойствам непрозрачного твердого вещества суши трава, а не стоящий впереди ее по геохимической энергии носток является неизбежно в конце концов господствующей. Кора деревьев, камни и почва покрываются всюду чрезвычайно быстро растущими протококками. Во влажные дни они в немного часов дают из всящей 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 сотен 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 – 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 промежуток времени количества живого вещества несравненно большие, чем может дать их в это время зеленое вещество сути.

Здесь использование энергии солнечного луча чрезвычайное, 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. Мы видим, что солнечный луч – носитель космической энергии – не только возбуждает механизм ее превращения в химическую земную, но и создает саму 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 земную поверхность.

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, 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 пыталась, 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). Это морфологическое изменение является не чем иным, как проявлением той же геохимической энергии, которая вызывает *давление жизни* и сказывается во *всюдности 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: соотношением 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 впечатление зеленого цвета.

Всматриваясь 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, буковый лес – в 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», сохранившихся нетронутыми 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. Пачоский описывал (1903) 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). 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 лишь местами. Их заменили зеленые поля человека.

В наших широтах зеленые травы существуют периодически; их жизнь тесно связана с астрономическим явлением – 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 бесменного или периодически повторяющегося зеленого сплошного покрова планеты. Нарушение вносится человеком, но нельзя сказать, уменьшает ли он или 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 микроскопические хлорофилльные пластиды. 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; 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 400 м, заносятся течениями, спуска-

ются 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, 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, – не видимый глазом планктон сменяется огромными плавающими 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 – не превышает нескольких процентов 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 и 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 – приблизительно в 400 м – зеленая поверхность той же толщины (примерно в толщину листа растения или зеленого слоя наземных зеленых протистов) превысит, 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 проявлении будет соответствовать $(5,1 \cdot 10^{10}) - (2,55 \cdot 10^{11})$ 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 количеством солнечного лучеиспускания.

Поверхность Земли составляет несколько меньше 0,0001 поверхности Солнца ($8,6 \cdot 10^{-3}\%$). 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 калорий в год, Земля, по С. Аррениусу, получает $1,66 \cdot 10^{21}$ больших калорий в год.

Только эта космическая энергия и может быть принимаема во внимание при современной точности наших знаний в этой области. Едва ли радиация всех звезд, достигающая земной поверхности, много превышает $3,1 \cdot 10^{-50}\%$ солнечной, как это было уже установлено И. Ньютоном. Принимая во внимание лучеиспускание всех планет и Луны, значительная часть которого отраженная, солнечная энергия, можно считать, что 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% – $6,7 \cdot 10^{20}$ калорий – достигает земной поверхности и находится, таким образом, в распоряжении зеленой растительности.

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 (Danggaard, Desroche, 1910–1911); хотя другие лучи (между 300 и 700 мμ) и имеют известное значение, они все же оказывают сравнительно малозаметное действие.

В связи с этим, а не в связи с несовершенством аппарата трансформации 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, Р. Эскомбу, 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 жизнь 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).

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. Большее 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 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.

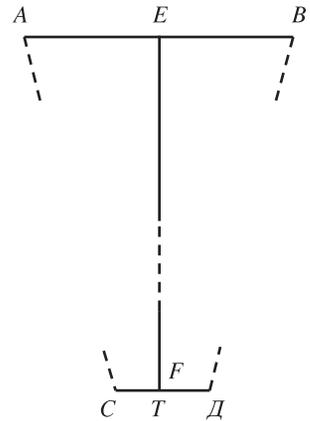
Эти два и больше процента вполне попадают в пределы 0,8–4,2% солнечной поверхности, которой отвечает зеленая трансформационная площадь биосферы (§ 56). До растения достигает 40% всей солнечной энергии, охватывающей нашу планету (§ 57). 2% используемые растением, отвечают 0,8% всей доходящей до Земли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

59. Можно понять это совпадение только при наличности 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 размером AB (рис. 1). 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 расстоянии от него до 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. Заменим и здесь поверхность освещаемых пластид их площадью. В этом случае

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 площади¹⁰. 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 величина, 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 неизменно¹¹ и в геологические периоды (начиная с археозоя и до настоящего времени). 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, дают еще новое указание на постоянство количества живого вещества в биосфере.

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 уменьшено. В другом месте¹² 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 $1,5 \cdot 10^{21}$ г), энергетический годовой эф-

фekt 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, 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 $1 \cdot 10^{18}$ больших калорий, и она использует в год на связанную с их новым созданием и восстановлением истраченного работу не менее 2% падающей на поверхность Земли и океана энергии, т.е. не менее $1,5 \cdot 10^{19}$ больших калорий. Если это число и будет при дальнейшем изучении увеличено, едва ли порядок 10^{19} калорий изменится.

Так как количество живого вещества остается незыблемым 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 не достаточной 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. 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 способом. 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. Бэр и которая, очевидно, связана с автономностью организма и со свойственными ему системами равновесия, достигающими устойчивого состояния, обладающего наименьшей свободной энергией.

Еще резче выражена эта особенность геохимической истории организма 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, организмы симбиозов и сапрофита немедленно вновь переводят в живую форму материи только что выделенные остатки жизни. В действительности эти остатки в значительной части живые, пропитанные микроскопическими формами. Новые поколения, получаемые размножением, – все эти разнородные, неисчислимы 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. По образному выражению К.М. 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 миграции, 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 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. Лавуазье 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 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.

Необходимо сейчас пересмотреть представление о характере обмена – движения атомов – внутри организма, об устойчивости протоплазмы – воззрения, выдвинутого еще К. 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 установленным 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. Изучение явлений жизни в масштабе биосферы дает нам и более определенные указания на теснейшую связь между ней и 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 упорядоченном механизме – биосфере, основным, глубочайшим образом отражаются на характере и строении живых существ.

Среди этих явлений на первое место 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 1844 г. в замечательной лекции в Париже Ж. Дюма и Ж. Буссенго 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 организма; оно 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 совершаются 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 большая часть атомов, в нем бывших. Меньшая их часть – нич-

тожный их весовой процент – выходит на долгое время из жизненного процесса.

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

Он возвращается назад в живое вещество иным путем, тысячелетия, миллионы лет спустя. В это промежуточное время выделившееся 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 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 тончайшею пылью своих остатков косную материю биосферы. Оно, с другой стороны, своей космической энергией нарушает формы тех соединений, которые образовались помимо непосредственного его влияния (§ 140 и след.).

Вся земная кора целиком, на всю доступную нашему наблюдению глубину, изменена этим путем. Все глубже и глубже в течение геологического времени благодаря этому воздействию 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 в. – Л. Окен, Ф. Стеффенс, Ж. Ламарк, чем геологи позднейших поколений.

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

По-видимому, все эти явления имеют характер установившихся равновесий, и участвующие в них массы вещества так же мало меняются, как мало меняется определяющая 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 в 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.*

Ф. 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 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 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 *геосферами*¹³.

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 действенной энергии.

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 планеты, находящихся под давлением во многие десятки, если не сотни тысяч атмосфер, очень гадательны. Допустимо нахождение 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 больше¹⁴. 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.

71¹⁵. 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. Они в последнее время привлекали внимание к этому факту, и их работы являются несомненным достижением в сравнении с изысканиями их предшественников.

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 – кремний, магний, кислород, железо и алюминий – 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.

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 – сотни 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 предполагаемая в симе свободная энергия, например возможная ее высокая 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.

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.

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). 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. атмосфер, 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).

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 о ней даны.

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

77. Глубина изостатической поверхности точно неизвестна. Вначале ей придавали глубину 110–120 км. Более новые исчисления дают меньшие цифры, 60 и 90 км.

По-видимому, уровень ее в разных местах весьма различен и форма ее неизменно медленно меняется под влиянием источников свободной энергии, находящейся 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 мере независимыми и замкнутыми системами динамических равновесий – физическими и химическими. Разграничение отдельных оболочек иногда затруднительно, по-видимому, в связи с крупными пробелами 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 нам известные массивные породы. Мощность 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, несмотря на большие успехи опытных наук, во многом неясны. Но, несомненно, здесь мы стоим на прочной почве – раз-

витие наших знаний идет медленно, но неуклонно. Очевидно, наши старые представления о земной коре подвергаются коренному пересмотру, который только 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, что 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), которое показывает, вероятно, нижнюю границу существования кристаллического состояния вещества. Это вместе с тем верхняя граница стекловатой оболочки Р. Дели (1923). Глубже лежат основные породы, частично кислые породы в состоянии, аналогичном стеклу, в котором они нам неизвестны.

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, *эклогиты*¹⁶, 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. Адаме, Е. Вильямсон, 1925). Эти краткие замечания дают лишь очень общее впечатление о сложности явления.

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 и 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.

В стороне осталась только оболочка, выделенная Э. Зюссом, – *биосфера*. Несомненно, все ее реакции подчиняются законам равновесий, но они включают новый признак, новое независимое переменное, не принятое 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 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 нарушителями ее равновесия, источником свободной в ней энергии.

Они получаются 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 отлично 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) 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 М. Сага) или полученных наблюдением огромных масс некоторых звезд. Для объяснения этих последних необходимо допустить сосредоточение в их кубическом сантиметре тысяч и даже десятков тысяч граммов вещества (А. Эддингтон)¹⁷. 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.

Однако полное соответствие этой формы нахождения атомов в земной коре с другими, несомненно особыми формами нахождения заставляет думать, что дальнейшие исследования выявят те изменения, какие воспринимают 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 разные 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 химии¹⁸; 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 *электронов*¹⁹; 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).

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, формы нахождения атомов характеризуют меняющиеся с глубиной концентрические оболочки земной коры.

К указанным (§ 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 преобразования 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 случайное явление и не связаны только с геологическими причинами.

Это эмпирическое обобщение, схематически представленное в таблице мы положим в основу всего 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 соответствующих ей, связанных с другими независимыми переменными, оболочек), 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 данной 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.

Земные оболочки

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) 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>3. <i>Верхняя метаморфическая оболочка (область цементации)</i> Температура еще не достигает критической температуры воды. Давление не нарушает коренным образом свойств твердого тела</p> <p>4. <i>Нижняя метаморфическая оболочка (область анаморфизма)</i> Температура выше критической температуры воды. Давление деформирует вещество пластическим</p> <p>5. <i>Магмосфера</i> Температура не достигла критического состояния для всех тел (?). Граница земной коры (?)</p> <p>6. <i>Барисфера</i> Температура достигла критического состояния для всех тел (?)</p>	<p>1. <i>Высокая стратосфера</i> Разреженные газы. Ионы. Электроны выше 80–100 км</p> <p>2. <i>Стратосфера</i> Разреженные газы, к низу 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 веществ</p> <p>6. <i>Стекловатая литосфера</i> Твердое кристаллическое состояние вследствие высокой температуры и давления отсутствует. Пластическое стекло, проникнутое газами</p> <p>7. <i>Магматическая</i> Вязкая жидкость, проникнутая газом в горячей твердой среде (?)</p> <p>8. <i>Газ над большим давлением (?)</i> Закрытый газ (?)</p>	<p>1. <i>Водородная (?)</i> Может быть, распыленный «твердый» азот. Выше 200 км</p> <p>2. <i>Гелиевая (?)</i> 110–200 км</p> <p>3. <i>Азотная (?)</i> > 70 км (?)</p> <p>4. <i>Азотно-кислородная (атмосфера)</i> 0–3,8 км</p> <p>6. <i>Кора выветривания</i> Характеризуется свободным кислородом, водой, углекислотой</p> <p>7. <i>Осадочная оболочка (стратисфера)</i> Измененная древняя кора выветривания. До 5 км и больше</p> <p>8. <i>Гранитная оболочка (пара и ортограниты)</i></p> <p>9. <i>Базальтовая</i></p> <p>10. <i>Кремне-железная (?)</i></p>	<p>1. <i>Атомная оболочка</i> Область рассеяния 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>4. <i>Область молекул и кристаллов</i> Химические соединения</p> <p>5. <i>Магматическая оболочка</i> Отсутствие твердых химических соединений. Полна газами</p>	<p>1. <i>Электронная оболочка</i></p> <p>2. <i>Ультрафиолетовая оболочка</i> Коротковолновые излучения и проникающие космические лучи. Радиоактивные эманиции</p> <p>3. <i>Световая оболочка</i> Световые излучения, тепловые и радиоактивные эманиции</p> <p>4. <i>Тепловая и радиоактивная оболочка</i> Различные и в общем радиоактивные излучения</p> <p>5. <i>Тепловые излучения</i> Радиоактивные процессы отсутствуют</p>

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.

Форма их очень сложная и неустойчивая²⁰.

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 попадает в биосферу или не замечено в ней.

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 оценивать 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 времени²¹ приспособились к окружающим условиям – к биосфере, выработали нужные для жизни в ней вещества и их строение. Мы знаем, что эти вещества меняются в течение геологического времени, и пределы этого изменения нам неизвестны и не могут быть сейчас выведены из изучения их химического характера²².

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 расширении границ поля жизни в поле 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 проявления 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 *дыхания* и *питания*, т.е. активного выбора организмами необходимых для их жизни веществ.

Мы уже видели огромное значение газового обмена организмов – *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.

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. Пфедфером 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, берутся 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 получают из живого вещества. В миксотрофных организмах пищей – по отношению к углероду и азоту – служат 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. Пфедфером 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 находились 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, которые 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, 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 квадратильонами 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 миксотроф-

ными 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 *пену* 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 $10^{-20}\%$. В среднем оно, очевидно, близко к их проценту в морской волне, т.е. отвечает 10^{18} – 10^{20} т. Оно, по-видимому, превышает массу живого вещества.

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 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.

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 пределы этого ограничения.

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 присутствие в биосфере продуктов жизни.

95. Различие между живым веществом первого и второго порядка резко всего сказывается на их нахождении в биосфере. Область нахождения живого вещества второго порядка, связанного в своем существовании, в своей пище, с автотрофными организмами, всегда шире местообитания этих последних. Среди автотрофных организмов можно различить две резко отличные груп-

пы: 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 луч и создает фотосинтезом 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 живого 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.

Возможно, что временами были ослабления и усиления количества 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 заставляют видеть в них основную базу жизни. Допускают, что в течение геологического времени из них образовались многочисленные организмы, создающие живую материю второго порядка. И сейчас 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 археозое, какую он и сейчас играет в современной биосфере. Состав продуктов выветривания, их количественные соотношения, как мы это можем установить, был и в археозое такой 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 современных и в эту далекую, чуждую нам эпоху – сотни миллионов лет назад – и количество зеленого вещества, и энергия порождающего их солнечного луча (§ 57).

Для археозоя мы не имеем остатков зеленых организмов. 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 тыс. 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., в начале XIX в. и в 1840-х годах благодаря работам

Ж. Буссенго, Ж. Дюма и 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 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), они размножаются медленнее других бактерий; наблюдения над железными бактериями (Н.Г. Холодный) 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 ramosus*, живущая в реках и дающая при благоприятных условиях не менее 48 поколений в сутки, дает при низких температурах всего четыре поколения (М. Уорд, 1925).

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 зеленым одноклеточным растениям. 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 пределами 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*.

Таковую 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 *выискивать* 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, источниках, в морской воде, 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 создает их в этих случаях само 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).

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 изуче-

ние 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 (§ 156). 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 этих организмов освещенных частей планеты, но и в основе их каждодневного бытия лежит лучистая энергия Солнца.

Само существование этих донных пленок 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, следует искать в освещенной части планеты, в солнечном свете. Из атмосферы проникает в морскую воду, в темные глубины, свободный кислород, иного, кроме биохимического, происхождения, создание которого 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 той же длины, 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 вглубь 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, «Вальдивия» встретила живую водоросль *Halionella* 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 к термодинамической оболочке, которой отвечает биосфера (§ 82), химических соединений, т.е. в форме химической энергии, но и в виде вторично созданной лучистой же энергии, то 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 человечеством.

Несомненно, и эта новая в биосфере, создаваемая человеком лучистая энергия используется зеленым живым веществом, но пока в общем космическом фотосинтезе планеты она 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 приспосабливаться 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*, т.е. 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} степени в диаметре, микробы, ультрамикробы и т.п., жизнь которых, и в осо-

бенности движения, определяется 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 действенную 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° . 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° не убивает всех спор микробов. В сухой среде надо нагреть до 180° (M. Duclaux)²³. В опытах М. Христана споры почвенных бактерий выдерживали нагревание, не теряя жизни, до 130° в течение пяти минут, до 140° в течение минуты. Споры одной бактерии, описанной М. Цетновым, выдерживали текучий пар в течение суток (В.Л. Омелянский).

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. Макфайден указал, что микроорганизмы сохранились без потери жизни в жидком воздухе в течение многих месяцев при -200° . По опытам П. Беккереля, споры плесневых грибов в безвоздушном пространстве не теряли жизнеспособности в течение трех суток при -253° .

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 $160-150^{\circ}$ (от 80° до -60°).

106. Пределы давления – динамического поля жизни, по-видимому, идут очень далеко. Опыты Г.В. Хлопина и Г. Таманна указали, что плесневые грибы, бактерии, дрожжи выдерживают давление до 3 тыс. атмосфер без всякого видимого изменения своих свойств. Жизнь дрожжей сохраняется при 8 тыс. атмосфер 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 отсутствие 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 ультрафиолетовые лучи с очень короткой длиной волны, меньше 0,3 мк, неизбежно является безжизненной. Опыты М. Беккереля показали, что эти лучи с чрезвычайно 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 ее характер не препятствуют нахождению жизни в ней.

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 допускаявшиеся ранее ее пределы.

Установление С.Н. Виноградским автотрофных организмов выяснило возможность существования жизни в отсутствие 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*, живущая в горячих борных источниках Тосканы, может жить в насыщенном растворе борной кислоты; она свободно выдерживает 10%-ный раствор серной кислоты при обычной температуре (М. Bargagli Petrucci, 1914). Известен целый ряд организмов, главным обра-

зом плесневых грибов, которые живут в крепких растворах различных солей, губительных для других организмов. Есть грибки, живущие в насыщенных растворах купороса, селитры, ниобата калия. Та же *Bacillus boracicola* выдерживает 0,3%-ный раствор сулемы, а другие бактерии и инфузории живут даже в ее концентрированных растворах (А.М. Безредка, 1925); дрожжи живут в растворах фтористого натрия. Личинки некоторых мух выживают в 10%-ном 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 лишь 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 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 всему) 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 зольей²⁴. 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 сред 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 Н⁺, она слабощелочная, и это небольшое преобладание положительных ионов Н⁺ над отрицательными ионами ОН⁻ сохраняется в общем неизменно, постоянно восстанавливается, несмотря на бесчисленные химические процессы, идущие в море (ионизация рН = 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^+ . За этими пределами никакая жизнь в водных растворах невозможна.

110. Несомненно, фаза среды имеет огромное значение для проявления 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 (дыхание) и устойчивости коллоидных 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

111. 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 места, 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 не могут считаться для нее характерными. В условиях биосферы недоступны для жизни кратеры вулканов во время извержений и не застывшие еще с поверхности лавы.

Это в ее существовании ничтожные и временные частности.

Таковыми 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° , уже оказываются захваченными отвечающими им своеобразными, приспособившимися к этим условиям организмами.

Неясно, не могут ли быть безжизненны земные рассолы, т.е. растворы, содержащие более 5% солей. Самое большое скопление такой безжизненной

соленой воды указывается в Мертвом море в Палестине. Но источники-рассола, 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 непрерывных оболочек, какой является гидросфера.

Но земное поле устойчивости жизни далеко не целиком занято живым веществом. Мы наблюдаем медленное движение жизни в новые области, завоевание сию 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, переменное равновесие) 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 посредственно 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 избыткости в биосфере границ жизни.

113. Такое определение пределов жизни, основанное на возможности нахождения и существования организмов в их современных формах и амплитудах приспособляемости, ясно указывает характер биосферы как *оболочки*, ибо исключаяющие 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, ставящей 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 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), 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 1 км^3 ²⁵. 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 и безвоздушной среде. По-видимому, несомненно, что данные 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 образовал бы, по С. Фабри и Г. Бюссону, слой в 5 мм мощностью, если он был бы собран весь 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 встречаются 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 кис-*

лород, 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.

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 хлорофилла или бедны им, 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 подымается 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), достигает 5 км, а по О. Менгелю (Mengel, 1922), 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 1 м³. М. Флемминг в воздухе на высоте 4 км обнаружил в среднем не более одного патогенного микроба на 3 л. По-видимому, в верхних слоях микрофлора воздуха обедняется бактериями и обогащается плесневыми и дрожжевыми грибами (В.Л. Омелянский).

Не может быть сомнения, что эта микрофлора проникает за средние пределы пылевой атмосферы (5 км), но число точных наблюдений здесь, к со-

жалению, 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. 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), 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 км (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).

119. Дальше всех проникает в стратосферу человек, и он несет с собой 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 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 появлением 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. § 42 и 65).

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 соединений, из которых он составлен.

Температура в 100° 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 слои в 100° 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 температуры идет здесь быстрее, и едва ли возможный для жизни слой превысит 6 км, считая с уровня океана.

Несомненно, предел в 100° 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° , 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, лишенные света, захватываются геологически более молодыми организмами, и этот захват далеко не достиг своего предела.

Мы наблюдаем здесь такое же явление, как 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 геоизотермы 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 разно 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 *Hyphalaster parfaiti* – морской еж.

Вероятно, плавающие глубоководные формы могут заходить в самые большие океанические глубины²⁶, но находки со дна глубже 6,5 км пока неизвестны.

Бактерии в рассеянном состоянии проникают всю водную толщу (найде- ны глубже 5¹/₂ км), концентрируясь в морской грязи. Их присутствие в морской грязи небольших глубин не доказано, но чрезвычайно вероятно.

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 уменьшение его содержания 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 выясненный²⁷.

Свободный кислород проникает обычно всю почву и часть подпочвы. Верхняя граница свободного кислорода в болотистых почвах и болотах ближе к поверхности.

По М. Гассельману, 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.

По-видимому, жизнь в глубоких слоях континентов никогда не достигает средней глубины гидросферы (3,8 км). Правда, новые исследования происхождения нефти и сероводорода очень понижают нижнюю границу анаэробной жизни. Генезис этих фреатических минералов, по-видимому, является биогенным и происходит при температуре, которая заметно выше, чем на земной поверхности. Но даже если бы встреченные здесь организмы (бактерии) были термофильными организмами, они все же жили бы при температуре, близкой к 70°; это еще очень далеко от геоизотермы в 100°.

124. Мы видим, таким образом, что количество живого преобладает в гидросфере не только благодаря тому, что она по размерам своей поверхности является господствующей частью области жизни, но и потому, что жизнь в ней констатирована на всем ее протяжении, в мощном слое до 10 км в пределе, в среднем 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 опускается 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 оболочке, 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 охватить в их проявлении в истории планеты. Только при этом условии можно выяснить геохимический эффект жизни в гидросфере.

Помимо пустоты 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 интенсивности.

3) *По отношению к геохимическим процессам в пленках и 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 (планктоном). 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 ее 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 неразделяемых, типов нахождения. Мощное развитие выявляют водоросли и травы в прибрежных и 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 тыс. 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/с (может достигать нескольких десятков сантиметров). Если бы захват поверхности океана, захват, отвечающий ее лучистой энергии, зависел 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 океана²⁸ – в областях морей. Площадь «морей»²⁹, по Ю. Шокальскому (1917), не превышает 8% поверхности океана, но лишь очень небольшая их часть занята покровом больших водорослей и трав. Очевидно, что 8% представляют максимальный недостижимый предел для прибрежных водорослей. Плавающие саргассовые выделения водорослей играют еще меньшую роль. Самое оольшое их скопление, Саргассово море, отвечает 0,02% поверхности океана.

127. Зеленая жизнь, редко видная в океане, далеко не охватывает всего проявления жизни в гидросфере. Для гидросферы чрезвычайно характерно мощное развитие гетеротрофной жизни, совершенно необычное для нас на суше. Едва ли будет ошибочным общее впечатление, которое получается при созерцании жизни океана: 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 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 (§ 94), так и гетеротрофные, в ней всюду рассеянные, составляют ничтожные дроби ее веса.

Большие количества живых организмов наблюдаются только в пленках и сгущениях; здесь, и то местами, они могут составлять несколько процентов веса морской воды. Обычно в «живых» пленках и сгущениях весовой процент их содержания *больше одного*, может быть равен нескольким единицам.

Такие скопления жизни являются 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 так же постоянны и так же характерны для океана, как характерны для него морские течения.

Останавливаясь 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 зоопланктоне огромную роль *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 микроскопического зеленого фитопланктона в среднем, по М. Йорту (Hjort), количество неделимых в кубическом сантиметре колеблется от 3 до 15; это число для всего микропланктона (в предельных числах) подымается до сотен микроскопических неделимых (А. Аллен, 1919). 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, в 1 см³. По весу это рассеянное живое вещество составляет не меньше 10⁻⁴–10⁻³% всей массы океанической воды (вероятно, еще значительно больше).

Мощность этого слоя, большую часть 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 вверх, 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 10¹⁵–10¹⁶ т.

130. Другое сгущение – *донная живая пленка* – наблюдается в морской грязи и 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* – пелоген³⁰ 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 со скоплениями сухопутных растительных *Metaphyta* при наилучших их урожаях (58).

Эти богатые жизнью грязи и связанный с ними бентос, несомненно, 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 значительное уменьшение числа особей с 4–6 км.

Ниже бентоса дна лежит слой *грязи 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 несколько сантиметров мощностью, верхняя часть ее содержит свободный кислород; ниже лежит мощный слой грязи, переполненный анаэробными бактериями, прорываемый бесчисленными и разнообразными роющими животными.

Здесь все химические реакции идут в резко восстановительной среде. В химии биосферы значение этого тонкого слоя огромно (§ 141). Мощность донной пленки, считая и слой грязи, 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 $3,6 \cdot 10^8$ 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 связанные в своем существовании с богатой свободным кислородом поверхностью планеты, переполненные зеленой жизнью, неотделимые от планктона *сгущения жизни* – *прибрежные и саргасовые*.

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 десятой части площади океана. Мощность 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 прибрежными его областями. Они связаны с проникнове-

нием световых и тепловых излучений Солнца, с разрушением континентов и приносом с них 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 пленкой, так как глубины ниже 1 км немного 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 внимания и разнó объясняемые.

Они отличаются от планктонных сгущений характером фауны и флоры, а от прибрежных – тем, что независимы в своем существовании от разрушения континентов и 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 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 Саргассова 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), 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 Саргассова 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, богатых крупными растительными организмами, переполненных особыми животными формами, отличных от пленок, планктонной и донной, и от прибрежных сгущений. Их точный учет не сделан, но, по-видимому, площадь океана, им обнимаемая, невелика, несравненно меньше площади прибрежных сгущений.

133. Из этого ясно, что едва ли 2% общей массы океана заняты сгущениями жизни. Вся остальная 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 протестов, 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. 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 донной пленках. В донной преобладают бактерии, переполняющие огромные массы скопляющихся там неразложенных 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 ракообразные, первые стадии – яйца, мальки рыб и т.п. Metazoa.

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 ракообразных планктона величина v не падает, по-видимому, ниже немногих десятков см/с.

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 проявлениями жизни. То значение, какое они могут иметь, ясно видно на примере зарослей кораллов, гидроидов, криноидей или мшанок.

136. Ход размножения – правильность его ритма – далеко не охвачен 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 этих явлений. Оно зависит от солнечного освещения, солнечного нагревания, от количества жизни, 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, солености, интенсивности испарения, освещения – все космического происхождения.

В связи с этими явлениями 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 отражается на составе планктона. «С совершенно 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). 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 один 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*, позднее – некоторые виды динофлагеллат. 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 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, различна 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, чрезвычайно характерно для всего живого то, что химические элементы, раз попавшись 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, 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 *частию 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 двоякого 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 незаметно, 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 жизни³¹. В этих последних выходят из цикла жизни значительно большие количества химических элементов, чем в планктонной пленке, и благодаря этому они оставляют большой след в строении земной коры.

Эти явления наблюдаются особенно интенсивно в нижних слоях прибрежных сгущений, около донной живой пленки, и в их частях, прилегающих к суше или внедряющихся в нее. 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 в 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 равновесие 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.

«Исчезновение» 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 коллоидные 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 мощностью. Они постепенно переходят в метаморфические породы, еще больше изменяются и, попадая в области высокой температуры в магматическую оболочку Земли, входят в состав массивных, гигабиссальных пород – фреатических и ювенильных тел, вновь вступающих в биосферу с ходом времени под влиянием энергии, проявлением которой является высокая температура этих слоев (§ 77, 78). Они вносят в эти области планеты свободную, превращенную в жизнь 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 бентоса), так и для их нижних, восстановительных слоев. Оно еще больше увеличивается в тех частях, где эти пленки 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 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 несколько измененных форм 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 силикатных массах ее коры и в 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 протестами 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 энергия, жизнедеятельность организмов определяют 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 прошла (в другой форме) через наземную жизнь (§ 156).

144. Помимо кальция, эти области скопления жизни аналогичным образом влияют на историю других распространенных в земной коре 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 кремниевых 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, в метаморфической и магматической оболочках Земли благодаря своему химическому характеру свободного кислотного ангидрида является интенсивным химическим фактором, носителем свободной химической энергии.

Едва ли можно сомневаться и в другой биохимической реакции, здесь идущей, общее значение которой мы сейчас уже не можем уяснить. Это раз-

ложение 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. Мёррея и Ф. Ирвина, и во взмученной глинистой мути морской воды, которая сама является результатом биохимических процессов выветривания косной материи суши.

145. Вероятно, 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). 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 марганцевыми рудами, и идут и сейчас на значительных протяжениях морского дна аналогичные их выделения, биохимическое, бактериальное происхождение которых чрезвычайно вероятно, 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 неизвестен.

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 стужениями 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 богатых им частях 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 переходят 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.

Несомненно, 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 неполны. 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, чуждыми в обычной 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) 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) повторяемость этого явления в разные геологические эпохи, указывающая на связь его с определенными физико-географическими условиями замирания морских бассейнов и их биологическим 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 – характерное явление данной 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. Много указывает, что железо, медь, ванадий, а может быть, и другие находящиеся здесь и соединяющиеся с серой металлы получают 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 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 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 морские сгущения жизни (по крайней мере прибрежное) существовали во все геологические периоды, являлись частью одного и того же непрерывно 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 излучении 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 MeTaгоа выделение схожих соединений этих элементов шло в том же масштабе жизнедеятельностью протистов, между прочим, бактерий; такое выделение длится 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* живого 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 о безжизненности на поверхности суши, 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 подымается выше нескольких десятков метров над земной поверхностью; в полях и степях она подымается 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, пауки. 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 выяснялось в планктоне, – сезонные усиления и ослабления размножения – здесь общеизвестно. Жизнь замирает в наших широтах зимой, 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 поверхностной зеленой растительности и 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 неизвестны.

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 (пиролюзиты и псиломеланы), сложных фосфатов кальция (фосфориты) и т.п. (§ 143). 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» – соединений

главным образом углерода, кислорода, водорода, азота, в меньшей степени фосфора, серы, железа, кремния и т.п., которые проникают всю биосферу и в некоторой, неопределимой 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 реках 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 органические остатки 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.

Почва по своему значению аналогична грязевой части донной пленки (§ 141), но в отличие от нее в почве 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. Кюбье, сущность живого, не уходят в газовые формы вещества. 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 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 необходимым 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 неотделима 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 во 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 исчезновения кислорода, а затем и прекращения не только аэробной, но и анаэробной жизни простейших.

При таком общем сходстве гидрохимический 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, физическим – мелкость водовместилищ. Главная масса суши в области *биосферы* сосредоточена в лужах, озерах и болотах, а не в реках. Благодаря мелконости бассейнов они представляют одно пресноводное сгущение жизни.

Только в *пресных морях*, как, например, Байкальском, мы наблюдаем раздельными живые пленки, подобно гидросфере. Но эти глубокие озера являются исключением.

В связи с таким характером озер их биогеохимическая роль резко отличается 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 сгущениями водоемов суши, все же они отходят на второй план по сравнению с выделением углеродистых тел. Здесь – и только здесь – идет в заметной степени выделение стойких вадозных углеродо-водородо-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 не ясна, 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 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 собой, 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 этот 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 кон-

центрический характер выдерживается, хотя они никогда не дают сплошного, непрерывного покрова поверхности планеты.

Они являются областями планеты химически активными; здесь сосредоточены разнообразные 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. Свойства и расположение химических элементов играют при этом большую роль.

160. Все эти сгущения жизни теснейшим образом между собой связаны. Одно не может существовать без другого. Эта связь между разными живыми пленками и сгущениями и неизменный их характер есть извечная 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 обус-

ловлено живым веществом, которое в нем является основной и единственной изменчивой частью в термодинамическом поле биосферы.

Но само живое вещество не является случайным созданием. Оно в себе самом так же 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.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Биосфера, очерки первый и второй. Л.: Науч.-тех. изд-во, 1926. 146 с.; La biosphere. P.: Alcan., 1929. 232 p.

² Очерки первый и второй публикуются с дополнениями автора, сделанными им для французского издания 1929 г. – *Ред.*

³ Область явлений внутри организма (термодинамическое поле живого вещества) отличается с точки зрения термодинамической и химической от термодинамического поля биосферы.

⁴ Есть только признаки небольших колебаний около некоторого среднего.

⁵ См. мои статьи в: Изв. Акад. наук. Л., 1926, 272; 1927, 241; Rev. gen. sci. P., 1926, 661, 700.

⁶ 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.

⁷ Отвечает плохо известному удельному весу Protozoa.

$$^8 v = \frac{S}{t} = \frac{4,007572 \cdot 10^9}{86400} = 46383,93 \text{ см/с.}$$

где S – длина экватора, t – число секунд в сутках, $18 \lg 5,10065 = 18,70762$. – *Ред.*

⁹ Выражение усуществует для всех организмов, а не только для Protozoa. Формула A_1 для высших групп, для Methazoa и Metaphyta имеет иную, *меньшую* величину, что связано с явлениями дыхания и глубоким отличием их организации от организации простейших. Не могу здесь входить в рассмотрение этих важных и сложных явлений.

¹⁰ На рисунке поверхности сведены к площадям; за единицу принят радиус площади, равной поверхности Солнца. Эти радиусы следующие.

¹¹ Радиус площади, равной поверхности Солнца:

$$r = 1,3889 \cdot 10^6 \text{ км} = 1,$$

$$\text{то же для Земли } r^1 = 1,2741 \cdot 10^4 \text{ км} = 0,00918,$$

$$2\% \text{ поверхности Солнца } r_2 = 1,9650 \cdot 10^5 \text{ км} = 0,14148,$$

$$0,8 r_3 = 1,2425 \cdot 10^5 \text{ км} = 0,08947.$$

Выраженное в том же масштабе среднее расстояние Земли от Солнца будет равно $1,495 \cdot 10^8$ км.

¹¹ Т.е., как во всех равновесиях, колеблется около статического состояния.

¹² См.: Очерки геохимии. Л., 1934. С. 182. Вернадский В.И. Избр. соч.: В 5 т. 1954. Т. 1. М.: Изд-во АН СССР, С. 189. – *Ред.*

¹³ Слово «геосфера» употребляется многими геологами и географами в указанном смысле. Кажется, Д. Меррей впервые (1910) ввел это выражение. Он опирается на идеи Э. Зюсса.

¹⁴ По А. Зибергу (1923), основывающемуся на представлениях Э. Вихерта, удельный вес ядра – 9,1.

¹⁵ Текст § 71–83, 103, 117, 121, 135, 147, 149, 150, 156–160, а также табл. 1 на с. 61 приводятся по французскому изданию: Vernadsky W. La Biosphere, Librairie Felix Alcan. P., 1929. – *Ped.*

¹⁶ 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*.

¹⁷ Так, для звезды Сириуса *B* плотность материи должна быть равна 53000. Можно думать, что если принять динамические представления Бора-Резерфорда (как известно, эти модели являются лишь приближением к реальности), то орбиты электронов будут лежать ближе к ядру, чем это имеет место для обычных атомов (Ф. Тирринг, 1925). Наблюдаемое смещение красной части спектра Сириуса *B* подтверждает эту огромную плотность: вычисленные для тел такой плотности на основе теории относительности смещения спектральных линий отвечают наблюдаемым (W. Adams, 1925).

¹⁸ Одну из форм магм, а может быть, самостоятельную форму нахождения элементов представляют стекла высокой температуры и высокого давления (§ 80).

¹⁹ Может быть, эти два состояния элементов представляют разные формы нахождения.

²⁰ Базальтическая оболочка подымается под океанами и, может быть, здесь лежит на глубине, недалеко от 10 км, для Тихого океана; она лежит глубже для Атлантического. Некоторые исследователи сильно увеличивают толщину гранитной оболочки под континентами (по Б. Гутенбергу, больше 50 км под Европой и Азией).

²¹ «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?).

²² 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. Швейрейль).

²³ Это впечатление сотрудников от 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.

²⁴ 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.

²⁵ Другие исчисления дают числа в тысячу и больше раз меньше: тонну – на 100 км, килограмм – на 200 км.

²⁶ Морские глубины достигают почти 10 км. Недавно найдена глубина 9,95 км около Курильских островов. Раньше наибольшей была глубина у Филиппинских островов – 9,79 км.

²⁷ В огромном большинстве случаев указания на свободный кислород зависят от ошибок наблюдения.

²⁸ В том числе, когда большие глубины подходят к берегу, слой водорослей занимает очень малую площадь.

²⁹ Т.е. глубин ниже 1000–1200 м; сюда входят и мели.

³⁰ Употребляю здесь выражение, принятое лимнологами. Оно предложено М.М. Соловьевым.

³¹ Явления в саргассовых сгущениях нам сейчас точно неизвестны.

СТАТЬИ О ПРОБЛЕМЕ БИОСФЕРЫ

НА ГРАНИЦЕ ЖИВОГО*

1

История научной мысли идет путями, далекими от ожиданий нашего логического мышления. Ход будущего ее развития так же мало может быть выведен из разума, как мало могут быть открыты новые явления окружающей нас природы.

Мы постоянно наблюдаем, что новые открытия, новые точки зрения в корне изменяют наши представления о важности и значении тех или иных стоящих на очереди научного мышления задач, целиком и резко перемещают характер научной работы, круг ее интересов и заданий. Сразу глохнет блеск старых исканий, в стороне загораются новые области мысли.

Сейчас мы переживаем такой перелом в области наук биологических. Наука одна, и резкое, коренное изменение одной ее части, переворот, происходящий теперь в области физико-химических знаний, не могут быть безразличными и для других областей ее ведения.

В науках о жизни коренной перелом происходит в области представлений о *живом*. Основным вопросом обобщающей мысли этой области еще недавно, казалось, – да и теперь многим кажется – был вопрос о витализме и механизме, о существовании или нет особых проявлений жизненности, резком отличии живого и мертвого. Как раз в этой области зарождаются новые идеи, выступают вперед новые факты, лишаящие спор о витализме и механизме того общего значения, который еще волнует умы и сердца исследователей.

2

Что такое живое? Можно ли объяснить все процессы живого теми же физическими, химическими, механическими силами, какие достаточны для научного понимания остальной природы, или мы должны искать в этой области новые неведомые силы, обуславливающие особые проявления жизни?

Но есть ли резкое отличие живого и мертвого? Давно сделалась общим местом невозможность дать точное и ясное определение признаков живого. Мы все их находим в тех или иных явлениях мертвой природы.

От человека до мельчайшей анаэробной бактерии мы можем расположить ряд организмов, делающих для нас несомненным принадлежность всех их к одному и тому же циклу явлений, к области *живого*. Однако различие между человеком и бактерией так велико, что *общее им*, связующее их в единое це-

* Опубликовано в: Рус. мысль. 1911. № 3. С. 41–43.

лое и в то же время резко отличающее их от созданий мертвой природы, сводится к ничтожным, колеблющимся признакам, не охватывающим того, что для нас является признаком живого и жизни в других областях нашего мышления. Действительно ли мы охватываем под научные признаки «живого» что-нибудь из того, что связано с проявлением человеческого сознания, или это «живое» представляет столь же чуждый, инертный субстрат сознания, каким является общий живому и мертвому *химический состав* организма? Не является ли научное представление о «живом» резко отличным от области сознания и не связана ли придаваемая нами этому вопросу ценность с логическим недоразумением? Не теряет ли в таком случае философское значение спор о витализме и механизме?

3

И действительно, в научной области начинает наблюдаться внедрение новых явлений, быстро перемещающих философские основы биологических представлений. Сглаживаются рамки между живым и мертвым, создается новая область знания – *синтетическая биология*.

Эта наука находится только в начале своего зарождения. Она имеет своей задачей воссоздание опытным путем – в мертвой материи – форм и структур живых организмов. Недавно вышла небольшая книжка Ледджа, доступно излагающая некоторые из вопросов синтетической биологии¹.

Как все работы Ледюка, профессора медицинской школы в Нанте, книжка эта обладает большими недостатками, является произведением оригинального ученого, не обладающего выдержанной школьной эрудицией. Однако она заслуживает серьезного внимания мыслящего общества, так как в яркой форме ставит перед ним научные задачи и ожидания огромного философского значения.

Название синтетической биологии, может быть, не вполне удачно. Оно тесно связано с попытками подойти к решению основного искания в области биологических наук – искусственного получения живого организма. Было время, когда эту задачу думали разрешать простыми химическими экспериментами. Долгое время углеродистые соединения организмов не могли быть искусственно получены непосредственно из своих элементов. Благодаря этому химия их была выделена в особую науку – *органическую химию*. Понемногу, однако, удалось получить синтетически огромное количество веществ, вырабатываемых организмами или являющихся продуктами их распада; в то же время органическая химия создала тысячи соединений, ничего общего не имеющих с организмами, вышла далеко за пределы вопросов, с ними связанных. Мало-помалу когда-то резкая грань между органической и неорганической химией сгладилась. После того как Велер в 1824 г. впервые получил мочевины, исходя из неорганических соединений, сделан огромный шаг для синтеза соединений, строящих организмы; в последние годы Фишер подошел к синтезу белков, получив полипептиды, обладающие свойствами пептонов.

И вместе с тем для нас стало ясным, что синтез белков не дает нам синтеза организмов. Можно получить химическим путем мертвый белок, но не белок живого вещества.

¹ Leduc S. Theorie physico-chimique de la vie et generations spontanees. Paris, 1910. (Poinat).

В организме помимо *состава* характерна *форма*. Жизнь организма протекает в связи с изменением не только его состава, но и его *формы*. Воссоздать искусственно эту форму, выяснить законы ее изменений на телах мертвой природы является задачей *синтетической биологии*.

Таковыми телами мертвой природы являются жидкие и полужидкие тела, их смеси.

Изучение формы этих тел стало возможно только благодаря развитию физической химии и учения о коллоидах, этих созданий конца XIX столетия. Для работников синтетической биологии вся наука о живом есть часть физической химии жидкостей.

Изучение формы жидких и полужидких тел давно обращало на себя внимание исследователей; в 1860-х годах Траубе изучил осадочные перепонки, уже тогда указав на сходство их с живыми клетками. Но только с начала XX в. эти явления стали изучаться систематически. В работах Бюкли, Квинке, Ледюка, Герреры, Феликса, Румбера и других собрался огромный материал, который позволяет заложить основу новой науки о форме – о форме жидких и коллоидальных образований, сложных их систем, переходов их в твердые, кристаллические тела – иногда видных глазу, иногда микроскопических. Эти формы резко отличны от тех форм мертвой материи, которые изучаются в кристаллографии.

Этим путем были найдены и морфологически изучены системы мертвой материи, чрезвычайно приближающиеся к живым организмам. Среди них особенно любопытны и наиболее схожи с организмами осмотические нарастания. Их форма, их движение, их изменения иногда с поразительной точностью напоминают все то, что еще недавно считалось несомненным признаком живого организма. Очень многие явления, например пенистая структура плазмы, рост и деление клеток, скульптура их оболочек, явления кариокинезиса, движение клеток и т.д., могут быть вполне воспроизведены в мертвой материи вне живого организма, являются простым проявлением явлений осмоса и волосности.

Конечно, пока все еще далеко до воспроизведения живого организма. Но в мертвых созданиях синтетической биологии мы подходим, с другой стороны, к решению того же вопроса, какой ставит себе синтетическая химия, – воссоздания организма.

Удастся ли это или нет, трудно сказать. Можно сказать лишь одно – в объектах синтетической биологии мы имеем дело с формами мертвой материи, пока наиболее близкими к организмам. С другой стороны, здесь открывается область явлений, почти не затронутых раньше исследованием, которая для жидкого и полужидкого неоднородного вещества может привести к созданию новой научной дисциплины, схожей с той, какая для твердого однородного вещества воплотилась в кристаллографии. Мы подходим здесь к морфологии неоднородных систем.

Даже если надежды работников в этой области (в том числе и Ледюка) подойти этим путем к искусственному созданию организма и не оправдаются, все же в синтетической биологии будет создана научная дисциплина, которая позволит нам глубже подойти к вопросам о строении материи.

НАЧАЛО И ВЕЧНОСТЬ ЖИЗНИ*

I

Было ли когда-нибудь и где-нибудь начало жизни и живого, или жизнь и живое такие же вечные основы космоса, какими являются материя и энергия? Характерны ли жизнь и живое только для одной Земли, или это есть общее проявление космоса? Имела ли она начало на Земле, зародилась ли в ней? Или же в готовом виде проникла в нее извне с других небесных светил?

Каждый из нас знает, как много для всех нас важного, ценного и дорогого связано с правильным и точным ответом, разрешением этих вопросов, если бы мы смогли на них сейчас дать точные ответы. Ибо нет вопросов более важных для нас, чем вопросы о загадке жизни, той вечной загадке, которая тысячелетиями стоит перед человечеством и которую оно стремится разрешить всем напряжением личного и коллективного творчества. А всякое разрешение загадки жизни предварительно связано с ответом на эти более узкие, но, по существу, огромной глубины и важности вопросы, которые сегодня стоят перед нами. Был ли когда-нибудь космос без проявлений жизни, может ли быть безжизненный Космос? Мы знаем – и знаем научно, – что космос без материи и без энергии не может существовать. Но достаточно ли материи и энергии – без проявления жизни – для построения космоса, той Вселенной, которая доступна человеческому разуму, т.е. научно построяема? Есть ли живое и жизнь частное явление в истории материи и энергии, проявляющееся временами и столь же бесследно исчезающее?

Жизнь и живое мы должны брать во всем их реальном проявлении, во всех функциях, начиная от высших форм сознания и кончая тем вихрем химических элементов, входящих и выходящих через живой организм, в котором гений Кювье (G. de Cuvier, 1769–1832) сто лет тому назад отметил одну из самых характерных особенностей организма как космического неделимого.

Загадку жизни человек пытался разрешить различными путями. Он подходил к ней путем религиозного подъема, религиозного настроения и религиозного коллективного, веками длящегося творчества и личной религиозной интуиции. Он подходил к ней мистическим наитием и теологическим построением. И мы знаем, как много различных, сменяющихся, несовместимых и противоречивых решений этих вопросов создано на этом пути усилиями человеческого ума. Много их сохранилось в архиве былого человеческой культуры, и много сейчас, в данный момент, существует в человечестве разнообразных, живых решений поставленной задачи. Общего, единого решения религиозное сознание, однако, не дало. И нельзя свести бесчисленные разнообразные формы такого разрешения к единому ясному и неопровержимому положению.

Человек подходил к решению той же загадки и другим путем – путем художественного творчества. Он искал разрешения загадки жизни не только в поэзии и в логически выраженных образах своей фантазии или художественного воспроизведения основных черт сущего – космоса, он подошел к ху-

* Впервые опубликовано: Пг.: Время, 1922. 58 с. В дальнейшем опубликовано в: Избр. соч.: В 5 т. М.: Изд-во АН СССР, 1960. Т. 5. С. 120–142. М.: Сов. Россия. 703 с.

дожественному разрешению и другим путем, который только толкованиями наших переживаний мы можем выразить логическими образами – в гармонии и подвижном мире звуков музыки, в цвете и форме зодчества, живописи, ваяния.

Всюду здесь так или иначе преломляется в человеческой личности, в ее единичном или коллективном творчестве загадка жизни, ибо художественное творчество выявляет нам космос, проходящий через сознание живого существа. И мы знаем, что и формы художественного творчества не дали нам единого, определенного решения загадки жизни. Нет единого решения – значит, нет решения. И общее в бесконечном разнообразии веками накопленных художественных созданий не может найти человеческий ум.

Также не дана разгадка жизни и в третьей форме духовного искания человечества – в той более молодой форме ее, которая сказывается в философском мышлении. И в ясных логических построениях разума, и в связанных с ними мистических переживаниях философского мышления напрасно в течение почти трех тысяч лет пытается человек найти разгадку жизни. Он и здесь дает множество ее решений, столь же разнообразных, несводимых в одно, непримиримых друг с другом, к каким приводит его религиозная интуиция и художественное творчество.

Оглядываясь назад, мы видим на протяжении всей доступной нам дали времен непрерывное течение человеческих стремлений разрешить загадку жизни, выяснить факт существования своего и всего живого в природе в понятных нашему сознанию формах. И эти искания до сих пор не прерываются и не ослабевают с ходом времени. Древний философ в сохранившемся нам отрывке 2370 лет назад выразил окружающее как «текущее», и это выражение Гераклита (ум. ок. 475 г. до н.э.) лучше всего передает общее впечатление, создаваемое наблюдением искания человечеством разгадки своего существования и существования всего живого. Мы видим здесь все в движении – бурном, непрерывном и неуловимом в своих законностях.

Только одной стороной своей духовной деятельности человек не подходил интенсивно к решению этой загадки – тем великим созданием своего творчества, каким является наука. А мы знаем, что только в коллективном творчестве свободных исканий свободной личности, каким создается наука, человек получает такое понимание сущего, которое является для всех обязательным, не возбуждающим спора и сомнений, не связанным с индивидуальными особенностями, темпераментами личности. Наука не дала на протяжении всей своей истории – более двух с половиной тысяч лет – никакого ответа на этот вечно стоящий перед нами вопрос.

Она не дала его не потому, что она не стремилась его дать. Напротив того, вдумываясь и вглядываясь в историю науки, мы видим, что стремление к разрешению этого вопроса проникает научную мысль с самого дальнего известного нам ее проявления. Но она не смогла найти путей для его разрешения. Когда человек науки, в других случаях шедший особым, своим путем, давал решение этой загадки, он неизбежно сходил на путь чуждого ему религиозного или философского творчества. Ответы давал ученый, а не наука. Наука же в этом вопросе была и до сих пор находится еще в стадии искания путей к разрешению этой вечной загадки. В то самое время, когда религия, фило-

софия, художественное творчество ищут решения загадки, наука еще ищет путей для этого решения.

Наука ищет пути всегда одним способом. Она разлагает сложную задачу на более простые, затем, оставляя в стороне сложные задачи, разрешает более простые и тогда только возвращается к оставленной сложной. Иногда проходят века, прежде чем она возвращается к первоначальной задаче. Но данная задача не теряется в течение этого времени. Каждый исследователь, решая частные вопросы, необходимые для ее разрешения, переживает, переживает основную задачу. Она нередко десятилетиями и столетиями не проявляется в текущей литературе, но все же фактически лежит в основе научной работы, составляет святая святых того стремления и искания, которое заставляет человека нести тяжелый и нередко смертельный труд научного творчества. Решение загадки жизни как таковое не ставится сейчас в научной мысли и в научной литературе вот уже три–четыре столетия, но стремление к нему – в скрытой форме – неуклонно проникает всю работу биолога, сопровождает его работу всю его жизнь. Оно его и вдохновляет, и настраивает, возбуждает его научное искание...

Одним из частных вопросов общей загадки жизни и является для науки тот вопрос, на который я хочу обратить сегодня ваше внимание. Вечна ли жизнь в космосе, или она имела начало, в частности видим ли мы где-нибудь в истории нашей планеты, Земли, указания на зарождение в ней жизни, ее возникновение из других форм проявления в ней космоса. Таких форм мы научно принимаем пока две – материю и энергию. В философии, в религии, в художественном творчестве к ним прибавляется и третье начало – духовное начало в той или иной форме его проявления.

Я подойду к этому вопросу как ученый, а не как философ, художник или религиозный мыслитель.

И хотя вопрос о жизни в этой форме не имеет сейчас в науке определенного разрешения, мне кажется, наука подходит в своей вековой работе к такому разрешению. Изучая вековой подход науки к этому разрешению и состояние его в науке в данный момент, возможно попытаться осознать пути ближайшего будущего. Ибо ясно, что все, что охватывается научным исканием, что принимает законообразную форму, не является случайным или спонтанным – все, в том числе и ход научного искания и научного достижения, подчиняется непреложным законностям. А раз есть законности, мы можем научно предвидеть будущее.

Давая понятие о прошлом ходе научных исканий в этой области, я попытаюсь подойти и к ожидаемой, раскрывающейся перед нами картине будущего ее разрешения.

II

Более 2200 лет тому назад великий философ и ученый Аристотель (384–322 гг. до н.э.) дал нам ясную картину представлений о научных суждениях в этой области. Представления эти не были достигнуты научным исканием и научным творчеством. Они были восприняты наукой из философских и религиозных концепций, основаны на лежащих в их сути наблюдениях векового народного опыта, народного массового переживания. Наука лишь захватывала в ту эпоху эти концепции систематически впервые в свои представления.

Аристотель в сохранившихся до нашего времени трактатах давал нам не только результаты своих изысканий, но и достижения раньше производившейся работы. Мы не можем сейчас точно установить, что принадлежит ему и что он передает как научную традицию. Несомненно, уже за несколько столетий до него подходила к научным вопросам этого рода научная мысль.

В основе этих воззрений стоит представление о делении всей природы, всех существующих в ней тел на тела живые – живые организмы и тела, лишенные жизни, – тела мертвой, или косной, природы.

Но между этими телами нет непроходимой границы. Живое тело возникает из другого живого тела и распадается на косные, лишенные жизни тела при умирании. Но мыслимо, что живое тело может возникать непосредственно из мертвой природы, минуя живое тело. Аристотель в этом вопросе занимал среднее положение, не шел так далеко, как шли другие современные ему мыслители. Он допускал возникновение живого тела из мертвого путем самопроизвольного зарождения только для отдельных групп организмов. Он не допускал его для высших млекопитающих, для птиц или человека. Но он считал, что постоянно возникают в природе из своих материальных элементов и рыбы, и мелкие млекопитающие, вроде мышей, насекомые, черви, моллюски, многие растения.

Мы должны в этом возникновении живого из мертвого отличить два явления: с одной стороны, возникновение живого организма из таких мертвых тел природы – камней, скал, воды, газов, земли, которые никогда живыми не были. Это будет *абиогенез* – зарождение вне живого, или *археогенез* – изначальное зарождение. С другой стороны, мы должны различать зарождение из умершего или умирающего живого организма, возникновение новых организмов при гниении и разложении старых – *гетерогенез* – разнородное зарождение. Наконец, должны различать третье явление – *биогенез* – зарождение из живого, подобно тому как мы это видим кругом, когда человек и другие организмы рождаются от других живых, к тому же себе подобных.

Аристотель признавал биогенез для человека, птиц, почти всех млекопитающих и некоторых низших животных, некоторых позвоночных, многих растений. Он в исключительных случаях допускал гетерогенез и для высших растений и животных.

В сущности, при этом решении вопроса о начале жизни еще не было никакой постановки загадки жизни, ибо она являлась как бы частным проявлением других тел природы, частным проявлением материи. Энергия в это время не была выдвинута как отдельная часть космоса, она сливалась в одно целое с духовным, божественным его началом.

Обычно понятной формой зарождения жизни, по представлениям того времени, являлся археогенез, или абиогенез и *загадкой являлся биогенез*. И прав был другой великий философ древности, живший через полтысячелетие после Аристотеля, Плотин (204–269), который видел в биогенезе, непрерывном зарождении организма от других организмов, величайшую тайну природы. Но в это время не было сознания, что это явление есть основное свойство живого, что живое и жизнь создаются на Земле только биогенезом.

Так продолжалось столетия, долгие столетия. Лишь через 1990 – почти 2000 – лет после смерти Аристотеля видим мы новое в научной постановке этого вопроса. Несомненно, в течение всего этого времени научная мысль

не оставляла этого вопроса, но она билась в тисках, рамках решений загадки жизни, а в том числе и вопроса о ее начале, полученных религиозным, философским, художественным – сторонним ей – творчеством. Новое внесено было в 1668 г., когда уроженец Ареццо, флорентийский академик, врач и натуралист Франческо Реди (F. Redi, 1626–1697) провозгласил биогенез как единственную форму зарождения живого. Его обобщение можно выразить афоризмом, который был дан его принципу через 195 лет после него натуралистом натурфилософом Л. Океном (L. Oken (Ockenfluss), 1779–1851]: все живое происходит от живого – *omne vivum e vivo*.

1668 год – великий год в истории человечества. Принцип Реди – все живое из живого – есть первое научное достижение, которое позволяет нам научно подойти к загадке жизни. Остановимся поэтому на исторической обстановке, в какой он был высказан. Эта обстановка позволит нам понять, почему он так медленно проникал в научное сознание, проникает медленно и теперь; так, имя Реди едва известно за пределами специалистов. Прошло почти двести лет, прежде чем этот принцип получил краткое выражение.

XVII век – великий век в истории человечества. В этот век впервые выступила наука как реальная сила в его истории. Это век создания новой философии, новой математики, нового опытного знания. Они порвали с древней, вековой традицией средневековой науки и философии, с древней философией. Авторитет Аристотеля как философа, столетия охватывавший человеческую мысль, отошел в сторону. Но не вся научная работа шла по этому пути. Описательное естествознание – реальная основа научного мышления и понимания природы, та область научных исканий, которая одна раздвигает пределы, где затем идут дедукция разума и опытное искание, – не пошло по новому пути; оно еще долгие десятилетия оказалось тесно связанным и с Аристотелем, и даже со средневековой традицией.

В вопросе о жизни столкнулись два течения человеческой мысли. Любопытным образом к началу XVII столетия произошло одно знаменательное изменение в понимании природы, которое отбросило в сторону господствовавшее долгие столетия деление природы на два отдела – отдел живых и отдел неживых тел. В это время вместо этого деления Аристотеля и перипатетиков вошло в науку представление о трех царствах природы, охватывающих всю природу, царствах равноценных и отдельных: царстве минералов, царстве растений и царстве животных. Оно вошло в науку из герметической философии и теснейшим образом связано с алхимией и кругом идей алхимиков. Ко времени Реди оно было уже господствующим.

На почве этого деления природы в той же первой половине XVII столетия началось изучение зарождения в природе тел каждого из этих царств, подготовившее обобщение Реди. Основным толчком этого движения были работы великого английского врача и физиолога Вильяма Гарвея (W. Harvey, 1578–1657). В 1657 г., уже стариком, он опубликовал результаты своих многолетних, давно ведшихся работ над зарождением животных и растительных тел. Он опубликовал их в неполном, незаконченном виде. Гарвею пришлось жить в эпоху революции и междоусобной войны; он был придворным врачом, сторонником побежденной партии, его дом и научные собрания – и результаты его жизненной научной работы – были сожжены и уничтожены, а его *работа* прервана. В этой недоконченной работе – основе современной эмбрио-

логии – Гарвей провозгласил принцип: *omne animal ex ovo* – всякое животное происходит из яйца.

Но Гарвей не был противником самопроизвольного зарождения, как это можно думать из этого афоризма; он, не противореча логически точному смыслу своих собственных опытов, считал возможным и необходимым, что яйца, споры, зародыши, первоначала растений происходят – часто и постоянно – абиогенезом, вне связи с организмом. Он переносил как бы задачу к искусственному созданию яйца и первоначала растения – *primordium vegetale* – из элементов природы. В то время Гарвей, добившийся после долголетней борьбы общего признания своего великого открытия – кровообращения у человека и высших животных, был в сознании человечества великим ученым, «великим Гарвеем»; ко всем словам его прислушивались. И его работа обратила на себя огромное внимание.

В это же время во Флоренции при поддержке местных герцогов Медичи создался кружок ученых – *Academia del Cimento*, продолжавшая работу Галилея (*G. Galilei*, 1564–1642), занимавшаяся точными опытными исследованиями и научным наблюдением явлений природы. Одним из самых видных членов этой академии был Ф. Реди. В сохранившихся записях этой академии видно, что вскоре после выхода в свет работы Гарвея в ней подымался вопрос о самопроизвольном зарождении насекомых, притом он решался ею в той самой форме, в какой его поставил Реди. Едва ли можно сомневаться, что в этом решении – в 1657 г. – участвовал Реди, но опубликованы его опыты были в 1668 г., через 11 лет, когда уже *Academia del Cimento* не было; она закрылась за несколько лет до того в связи с переездом поддерживавшего ее кардинала Медичи в Рим. Реди в своей работе опубликовал как свои опыты над зарождением червей в гниющем мясе и других продуктах, так и критику всего материала чужих наблюдений, который в это время существовал в науке. Реди писал свои научные произведения на изящном итальянском языке, заботясь о красоте формы; его труды переводились немедленно на обычный язык ученых – латинский.

Необходимо остановиться в немногих словах на его личности. Это был один из лучших и наиболее известных врачей Флоренции, широко образованный человек, любивший общество, природу. Прекрасный экспериментатор, опыты которого в этой области служили основой для всех других позднейших работ, он в то же время был и тонким наблюдателем, как это показывают его работы над насекомыми и паразитными червями.

Он был членом не только ученой академии, но и академии литературной (*Academia del la Crusca*), много работал над словарем итальянского литературного языка того времени, словарем тосканского наречия, писал сонеты, любил поэзию. От него осталась большая поэма о тосканских винах – «Вах в Тоскане», которая была снабжена им учеными примечаниями. Из этой веселой поэмы и ее примечаний ясно виден не только мягкий эрудит-эпикурец, но и своеобразный философ, бравший из жизни все ее хорошие стороны, но искавший в ней глубокого содержания. Он не только сам писал стихотворения, не выделявшиеся из среднего уровня, но был знатоком поэзии – итальянской, латинской, французской, провансальской. Сохранившиеся данные из его личной жизни (переписка) свидетельствуют о нем как о человеке добра, враче-гуманисте.

Реди неопровержимо доказал опытами или тонкой критикой отсутствие самопроизвольного зарождения – гетерогенеза и археогенеза – у насекомых и во всех тех случаях, которые признавались в это время в науке. Но его взгляды не были в этом отношении так просты, как взгляды современных ученых. В двух явлениях природы он думал видеть своеобразный биогенез, отличный от обычного. В это время обратили [на себя] общее внимание своеобразные образования в растениях, так называемые *галлы*, – те «орешки», которые мы постоянно видим на растениях, например на дубе, и которые играют такую видную и своеобразную роль в истории живого вещества на нашей планете. Реди в этих орешках не мог проследить зарождение насекомого, их вызывающего, нередко вылетающего из орешка при его созревании, и предположил, что это насекомое (тля и т.п.) образуется жизненным путем – из живого растительного организма – так же, как в живом растении появляются цветок и семя. Это не чудо, а особое сложное проявление законностей жизни.

Это не было самопроизвольное самозарождение. Организм образовывался закономерным путем – в живом организме же и из живого же организма. Реди думал, что нашел новое сложное явление в природе, и считал возможным, что то же самое явление иногда наблюдается и для внутренних паразитов, червей у животных и человека, различный характер которых для разных видов их хозяев был для него ясен.

Еще при жизни Реди Мальпиги (M. Malpighi, 1628–1694) доказал вместе со своим учеником Валлисниери (A. Vallisneri, 1661–1730) ошибку Реди, нашел в галлах яички насекомых, и Реди, после того как его друг Честони (H. Cestoni, 1637–1718) подтвердил опыт Мальпиги, оставил и не издал многолетнюю свою работу, посвященную развитию и обоснованию взглядов.

Но и эта ошибка Реди не нарушила основ установленного им принципа. *Omne vivum e vivo* существовало и в этом случае. И вскоре сознание этого явилось господствующим среди натуралистов.

Два человека должны быть упомянуты одновременно с Реди, как устанавливающие этот принцип: голландец Сваммердам и итальянец Валлисниери. Сваммердам (J. Swammerdam, 1637–1680) работал независимо от Реди; он, так же как и Реди, доказал ошибки Гарвея и установил отсутствие самопроизвольного зарождения у насекомых. Эти исследования стали известными лишь в небольшой своей части в XVII столетии, хотя уже тогда обратили на себя внимание и оказывали влияние на ученых, как это было характерно для того времени, благодаря широко развитой рукописной международной научной переписке. Главные работы Сваммердама были опубликованы спустя десятки лет после его смерти, в 1730-х годах, когда эта истина стала для всех уже ясной. Он, так же как Стенсен, в разгар своей научной работы пережил религиозный перелом, бросил научные изыскания и ушел в крайнюю – протестантскую – мистику.

Совершенно другую фигуру представляет болонский ученый Андрей Валлисниери, верный ученик великого ботаника Мальпиги. Валлисниери в ряде работ развил принцип Реди, установил его непреложность во всей области тогда известных явлений. Валлисниери пытался придать ему другое выражение для избежания заблуждений, в какие впал Реди. Валлисниери выразил биогенез ограничительно. Он говорит: всякий подобный организм происходит из себе подобного. Это обобщение Валлисниери принял Линней

(С. Linné, 1707–1778) в основу своей «Системы природы», и оно почти столетие считалось наиболее точным и правильным выражением действительности.

Между тем через 105 лет после его провозглашения Валлисниери, в 1815 г., во время русской кругосветной экспедиции О.Е. Коцебу (1787–1846) на «Рюрике», снаряженной Н. Румянцевым (1754–1818), натуралисты – немецкий поэт А. Шамиссо (A. Chamisso, 1781–1838) и И. Эшгольц (1793–1831) открыли чередование поколений у сальп, противоречащее обобщению Валлисниери. Эти наблюдения Шамиссо и Эшгольца были забыты и не раз вновь открываемы другими. Аналогичные явления найдены и в других классах животных, и к 1850-м годам вновь мы должны были вернуться к взглядам Реди, как к более общим и широким: *omne vivum e vivo* – все живое из живого. По-видимому, Валлисниери, более свободный в религиозном отношении мыслитель, чем Реди, подходил к идее вечности жизни, но ясно (сколько знаю), возможно по цензурным условиям времени, он этой идеи в напечатанных работах не выразил.

После работ Валлисниери принцип Реди, казалось, утвердился в науке. Но, по существу, он стоял в полном противоречии с достижениями тогдашней философской мысли, с представлениями религии и художественного воссоздания природы. И вскоре новые, открытые в науке явления возродили старые идеи.

Еще при жизни Реди и до выхода в свет его трактата начал перед натуралистами открываться новый мир организмов – не видимый простым глазом мир микроскопических существ. Поуэр, английский врач (H. Power, ум. в 1673 г.), опубликовал свои немногочисленные наблюдения еще до 1668 г. (в 1664 г.), но только через несколько лет, в 1670-х годах, голландец Левенгук (A. Leeuwenhoek, 1632–1723) открыл этот новый мир во всем его разнообразии и значении.

Левенгук считал, что и эти мелкие организмы точно так же образуются биогенезом; но так думали далеко не все. Мир этот оказывался все более и более значительным; сперва думали, что он более велик и разнообразен, чем видные простому глазу организмы. По-видимому, это не так, но все же он оказался вездесущим. Его находили в воде, воздухе, земле, в пыли, почве, среди других организмов, он появлялся всюду при гниении и брожении. Казалось, вся природа проникнута жизнью и жизнь появляется всегда при удобных для нее условиях тепла, света, влаги. При этом неизвестно было, куда относить эти новые формы организмов – к растениям или животным, или необходимо создать для них новое царство. Линней, великий и глубокий систематик, образно выразил это чувство, назвав их «хаосом инфузорий», из которого дальше рождаются более ясные и определенные живые существа. Еще до конца XVIII в. линнеевский хаос не сходил с научного языка. Явилось сомнение в принадлежности их к животным, и к растениям, и к обычным организмам, а в таком случае и к возможности распространить на них принцип Реди.

В 1740-х годах, через 10 лет после смерти Валлисниери, эти сомнения получили, казалось, реальное обоснование. Английский ученый иезуит Нэдгам (J. Needham, 1713–1781) и один из величайших натуралистов – Леклерк Бюффон (G.L. Leclerc de Buffon, 1707–1788), работавшие сперва отдельно, объединившись в общей работе, в ряде наблюдений и опытов пытались доказать,

что мир микроскопических организмов по существу отличен от животных и растений. Эти существа, по их мнению, не обладают всеми свойствами организма, не происходят из себе подобных. По Нэдгаму, это живые вещества, не обладающие чувствительностью; при дальнейшем дроблении они становятся невидимыми и переходят в элементарные молекулы тел. По Бюффону, они или сами представляют из себя органические молекулы, или приближаются к тем особым, отличным от строящих косную материю частицам – органическим молекулам, на которые распадается организм после смерти и из которых состоит при жизни. Казалось, их опыты указывали, что обобщение Валлисниери для них неприменимо. Подобное среди них не происходит из подобного.

Вопрос о гетерогенезе получил особое значение, хотя для Бюффона не в этом был центр тяжести, так как Бюффон принимал постоянство своих органических молекул в природе, их неуничтожаемость, так что, с его точки зрения, здесь могло не быть ни биогенеза, ни гетерогенеза; комплексы органических молекул становились все мельче, становились невидимыми, а затем обратно вновь слагались в новые существа, одаренные неполной жизнью. Эти «молекулы» были бессмертны, и они слагали все организмы. При их распадении они проходили через те микроскопические существа – неполные организмы, которые были открыты Левенгуком.

Наблюдения и спекуляции Нэдгама и Бюффона обратили на себя внимание и вызвали новый подъем идей гетерогенеза, охватив даже ученых, отбрасывавших идею органических молекул Бюффона, но принявших указанное им и Нэдгамом резкое отличие микроскопических организмов от обычных. Многие не признавали их за полные организмы. Гетерогенезом они объясняли появление их в среде, где не было их зародышей.

Опыты Нэдгама, Бюффона и их сторонников были подвергнуты проверке и критике итальянцем – аббатом проф. Спалланцани (G. Spallanzani, 1729–1799) и молодым русским ученым – украинцем М.М. Тереховским (1746–1790)¹, потом профессором в Петербурге, забытым сейчас видным русским ученым. И хотя мы теперь видим, что Спалланцани и Тереховский были правы, их идеи не имели успеха у современников.

Конец XVIII, начало XIX столетия являются временами возврата к гетерогенезу. Помимо микроскопических существ, его опять стали применять к паразитным червям, тайнобрачным растениям, грибам или плесеням и т.д. В это время сторонники биогенеза под давлением научных фактов становились его противниками. Такой перелом взглядов произошел у такого крупного ученого, как Ж. Ламарк (J. de Monnet de Lamarck, 1744–1829). А не менее вдумчивые и серьезные исследователи, как Тревиранус (G.R. Treviranus, 1776–1837), повторяя опыты Спалланцани и Тереховского, признавали их неубедительными и видели значение работ Нэдгама и Бюффона в том, что они заставили науку отойти от достижений Реди и вернуться на верный путь старых воззрений.

Движение мысли остановилось на этом пути почти на столетие, до середины прошлого, XIX в.

¹ Он называл себя в латинской работе (1775) «Russo-Ucrainus».

И лишь медленно накапливался научный материал, который указал, что научное искание сошло с правильного пути, на который оно стало в 1668 г.

Но никогда и в это время не было полного возвращения к старому. Идея Реди не замирала никогда. Все время появлялись упорные сторонники общего биогенеза, крепко державшиеся за принцип Реди. Этот принцип без всяких колебаний признавался для всех классов высших растений, позвоночных, насекомых, в подавляющем большинстве беспозвоночных и низших растений, везде, где история организмов была изучена. Он был все время живым в научном сознании, но не считалась доказанной его всеобщность для всего живого.

К этому пришли лишь после новых долгих десятилетий научной работы. Путь научной мысли, к этому приведший, был сложный. Любопытно, что одновременно с возрождением гетерогенеза и археогенеза изменялись и другие биологические воззрения, причем эти изменения отнюдь не отвечали нашим логическим требованиям. Так, казалось, что резкое деление природы на два царства – живое и мертвое – должно было бы совпадать с победой биогенеза. В действительности мы наблюдаем резко иное.

Я уже указывал, что старое деление Аристотелем природы на живую и мертвую пало в первой половине XVII столетия, как раз тогда, когда готовилось первое доказательство реального существования различия между живым и мертвым. Точно так же в середине и конце XVIII в. оно вернулось вновь в научное сознание, как раз тогда, когда снова возродились археогенез и гетерогенез.

В 1766 г., кажется впервые, молодой тогда немецкий ученый, вскоре знаменитый русский академик П.С. Паллас (1741–1811) провозгласил и доказал единство растительного и животного царств и необходимость деления тел природы на два царства: царство живых – население планеты и царство мертвых – ее территорию. Паллас все время придерживался принципа Реди и был одним из немногих крупных натуралистов, которые шли своим путем, впереди своего времени, нередко не понятые своими современниками. Мы, его потомки, до сих пор не воздали ему должного и не сознаем, чем ему обязаны. Обыкновенно и это своеобразное возрождение старого деления природы приписывается не Палласу, а французским натуралистами, работавшим независимо от него, но высказавшим свои идеи на 20 лет позже. Его приписывают великому анатому и мыслителю Ф. Вик д'Азиру (1786) (F. Vick d'Azur, 1748–1789) и А. Жюсье (A.L. Jussieu, 1748–1838), независимо от Викд'Азира, развивавшему те же идеи, которые он, по-видимому, проводил долгие годы раньше в Ботаническом саду (Jardin des plantes) в Париже при установлении своей системы растений.

С конца XVIII в. это деление природы на два отдела – живую и мертвую – установилось прочно, и, очевидно, оно при существовании принципа Реди получало совершенно иное значение в построении космоса, чем то же деление во времена Аристотеля при господстве идей самопроизвольного зарождения.

Еще большее значение имело точное изучение мира микроскопических организмов. Мало-помалу выяснилась его сложность. Во всех случаях, когда какой-нибудь из этих организмов начинали изучать более внимательно, находили полное подтверждение принципа Реди. Идеи Нэдгама, и Бюффона были давно уже всеми забыты. Невольно мысль натуралистов в первые десятилетия XIX в.

возвращалась к старым представлениям, и незаметным накоплением фактов все большее и большее значение приобретал принцип Реди. Старое представление Валлисниери и Линнея, отрицание самопроизвольного зарождения, нашло себе горячих сторонников и в области изучения этих явлений. Одним из важнейших среди них был берлинский ученый Эренберг (С. Ehrenberg, 1795–1876), десятки лет жизни посвятивший изучению микроскопических организмов. Эренберг преувеличивал в другую сторону. Он считал мелкие организмы, открытые Левенгуком, какими, например, были инфузории, «совершенными организмами», находя в них такие органы, которые существуют только у организмов многоклеточных. Любопытно, что эти взгляды Эренберга ближе к современным, чем к представлениям конца XIX столетия.

Как раз в его время в биологии намечалось новое течение, приведшее в конце концов к полной и глубокой переработке ее содержания и спаявшее единство животного и растительного царств, – это учение о клетке и общем субстрате жизни – протоплазме. Один из основателей учения о клетке – Шванн (Т. Schwann, 1810–1882) в 1880-х годах повторил в лучшей технической обстановке опыты Спалланцани и доказал их правильность.

К середине XIX столетия идеи о биогенезе явно стали укрепляться, и к самому началу 1860-х годов они вновь охватили сознание натуралистов. В конце 1850-х годов внимание натуралистов обратилось к самым мелким организмам, едва поддавшимся тогдашней микроскопической технике, к тем, которые наиболее ярко проявлялись во время процессов гниения и брожения. В 1850-х годах возникал вопрос о том, являются ли эти процессы химическими или биологическими и если они являются биохимическими, образуются ли находящиеся в них организмы биогенезом или гетерогенезом. Либих (J. Liebig, 1803–1870), Траубэ (М. Traube, 1826–1894), Ван Брэк, Душ (Т. Dusch), Шредер и другие собрали огромный материал для решения этих вопросов.

В начале 1860-х годов эти явления вызвали знаменитый спор между Пастером и Пуше, двумя сторонниками биологического объяснения брожения и гниения, приведший к новой победе принципа Реди, победе биогенеза. Спор был начат Пуше (F. Pouchet, 1800–1872), который в целой книге о гетерогенезе пытался доказать его существование и значение в природе. Пуше был талантливым, своеобразно мыслящим, самостоятельно идущим натуралистом-зоологом, обладающим широким образованием, горячо преданным истине. Пастер (Louis Pasteur, 1822–1895) выступал как химик, владевший экспериментальным методом, вошедший в новую для него область знания с новыми методами и приемами работы и увидевший в ней то, чего не видели в ней ранее ее изучавшие натуралисты-наблюдатели.

Любопытно, что в целом ряде случаев Пастер только повторял – самостоятельно и в новой обстановке – старые опыты Спалланцани, но в этой новой обстановке они производили иное впечатление на современников.

В этом научном споре победил в сознании натуралистов Пастер, что не удалось на 90–100 лет раньше Спалланцани и Тереховскому. Любопытно, что, как мы теперь знаем, в некоторых случаях опыты Пуше были более верны, чем опыты Пастера, но толкование Пуше все же оказалось неверным. Если бы эти опыты были тогда же продолжены, как хотел Пуше, чего, однако, Пуше и Пастер не сделали, они могли бы остановить на некоторое время

течение научной мысли, ибо объяснения Пастера тоже не были достаточны и он не смог бы понять неизбежного из этих опытов противоречия своим воззрениям¹.

Как часто бывает в истории знания, и особенно опытного знания, несовершенный опыт дает для данного времени больший результат, чем опыт, доведенный до конца. Это связано с временностью всякого нашего знания, с необходимостью пройти промежуточные состояния для понимания и уяснения истины.

В споре Пастера и Пуше примешались интересы, чуждые науке. Странным образом сторонниками биогенеза явились духовные католические круги, а противниками Пастера были позитивисты². Этот новый элемент спора явно указывал, что вопрос выходит за пределы чисто научных интересов, затрагивая другие жизненные интересы, вне науки лежащие. Отголоски этого сказались и у нас. В статьях Д.И. Писарева (1840–1868) и других в журналах того времени, которые считались прогрессивными, провозглашалась победа гетерогенеза, и русские «передовые» круги, какими их считали современники, были противниками Пастера. Но научные вопросы не решаются политическими или религиозными симпатиями и антипатиями. Пастер победил, ибо он глубже смотрел в явления жизни, чем его противники, научное мировоззрение которых в общем основывалось на более узком фундаменте.

К тому же времени, к 1860-м годам, закончился и выяснился и другой многовековой спор в пользу биогенеза, который вели еще в XVII столетии Реди и Валлисниери. Выяснился окончательно биогенез паразитных червей человека и высших животных. Еще в 1864 г. К.М. Бэр (1792–1876), касаясь этого вопроса, считал вопрос не решенным для паразитных червей, хотя в это время уже были опубликованы работы Ван Бенедена (P. Van Beneden, 1809–1894) и Кюхенмейстера (S. Küchenmeister, 1821–1890), а вскоре и другие, разъяснившие впервые значение разных животных – хозяев паразитов – в сложном цикле их развития и этим путем позволившие просто объяснить явления, веками возбуждавшие сомнения. Их работы, начавшиеся в 1860-х годах, проложили путь, по которому пошла научная мысль, и, в сущности, уже в 1864 г. вопрос был ясен, но этого не видел Бэр. Вскоре в этой области обычный биогенез перестал вызывать какие бы то ни было сомнения.

Таким образом, с 1860-х годов принцип Реди вошел в научное сознание в еще большей степени, чем раньше. Особенно увеличилось его значение благодаря развитию учения о клетке. Для клеток, элементарного организма, из которых составлен сложный организм большинства животных и растений, стал тот же вопрос, который является и для отдельного – простого и сложного – организма. Откуда зарождается клетка? Получается ли она из клетки же или образуется гетерогенезом или каким-нибудь особым биогенетическим путем, вроде того, который Реди допускал для насекомых в галлах и внутренних паразитных червей.

¹ На это ярко указывает Дюкло, ученик и сторонник Пастера, в своей прекрасной характеристике Пастера. Несомненно, в этих же опытах кроются корни всех исканий современных гетерогенистов, так как в этой области логически допустимы сомнения.

² Любопытно, что в споре Нэдгама и Бюффона со Спалланцани, Тереховским и др. мы наблюдаем совершенно то же настроение. Вольтер (F.M. Arouet de Voltaire, 1694–1778) обвинял (1766) Нэдгама и Бюффона в атеизме.

В конце концов в 1840-х годах победило течение, руководимое Вирховым (R. Virchow, 1821–1902): *omne cellula e cellula* – всякая клетка из клетки. И мы знаем, что этот процесс идет дальше: всякая клетка происходит из себе подобной. По мере углубления в строение клетки она оказывалась все более и более сложной. Мы видим в ней до известной степени автономные части, и для них пришлось допустить то же представление: *omne nucleus e nucleo*, *omne plastida e plastida* – ядро происходит из ядра же, пластида – из пластиды. Это явление, открывающееся в клетке, имеет сейчас огромное значение, так как оно позволяет критически отнестись к тем новым проявлениям гетерогенеза, которые начинают вырисовываться на научном горизонте XX в.

За 60 с лишком лет, протекших после знаменитого парижского спора, накопился огромный материал, исключивший из возможного гетерогенеза и археогенеза *весь* без исключения *известный нам животный и растительный мир*, тот мир, основой которого является клетка. Но за последние годы нам открываются за пределами его новые горизонты. С одной стороны, открываются организмы, не позволяющие морфологического изучения, не видимые в микроскопы и даже ультрамикроскопы, соизмеримые с длинами световых волн. Для них ставятся в XX в. те же вопросы, какие в XVIII в. вызвало изучение микроскопических организмов. Существа ли это нового рода или такие же, как те, к которым приложим принцип Реди? Пойдет ли научное развитие здесь по старому пути, повторится ли новый взрыв гетерогенеза, который будет временно иметь место в науке, пока эти природные тела не будут точно изучены, или же действительно здесь мы подходим к новому и ранее не наблюдававшемуся явлению жизни?

Сторонники гетерогенеза и археогенеза все время продолжают свою работу и после того, как главное течение научной мысли ушло в другую сторону. Научная традиция здесь не прерывалась. После Пуше, Бастиана, Бёшана сейчас целый ряд их последователей не оставляют своих исканий. Они переносятся в мельчайшие проявления жизни, в более элементарные тела, чем клетки, – в микросомы, геммулы и т.д. – явления гетерогенеза или абиогенеза.

Глубокие изменения в научных воззрениях биологов, связанных с представлением о клетке как о единой форме организации, строящей организм, которые происходят в XX в., несомненно, заставляют внимательно присматриваться к этим новым исканиям, пытающимся возродить старые представления. Признавая отсутствие гетерогенеза или археогенеза в настоящее время в организмах, так или иначе сводимых к клетке, возможно предположить, что эти явления будут существовать в том новом мире живых форм, который имеет иную структуру, для которой клетка является отличным от них сложным образованием.

В клетках начинают открываться сторонние, независимые от них мелкие организмы: бактерии в одних и несовершенные организмы, т.е. микросомы, в других. Эти тельца освобождаются из содержимого клеток при их разрушении и способны в некоторых, по крайней мере, случаях к существованию после смерти клеток и гибели составленного из них организма. Эти явления, охваченные теоретическими представлениями, например Л. Портье (1919), приводят к механизмам, очень схожим теми, какие строились Нэдгамом или Бюффеном. Однако неясен вопрос о происхождении этих бактерий или микросом. Ничто не указывает, чтобы они не были подчинены принципу Реди.

И это допустимо как по отношению к микросомам клеток, так и к случаям их внеклеточного существования, если только оно возможно.

И с этой точки зрения приобретает особое значение то, что все мельчайшие элементы в клетке, которые мы можем реально изучать и которые хорошо изучены, – ядра или разного рода пластиды – неуклонно указывают нам на то, что для них нет ни гетерогенеза, ни археогенеза, ни даже расширенного биогенеза. И здесь приходится допустить резкую границу между этими мельчайшими проявлениями жизни и косной материей.

Как будто та же преемственность во времени и независимость от косной материи, какие наблюдаются для целых организмов, сохраняются неизменными и в их морфологически обособленных частях.

Сейчас мы должны признать, что:

1. Факты не дают нам ни одного указания на образование археогенезом или гетерогенезом из мертвой или неживой материи какого-нибудь организма в наблюдаемых на земной поверхности проявлениях жизни.

2. Все до сих пор поставленные опыты такого синтеза живого неуклонно давали отрицательные результаты. Живое не получено из мертвого, и нет ни малейшего успеха, никакого достижения в этих исканиях.

3. История науки указывает, что представления об археогенезе (или гетерогенезе) существовали только до тех пор, пока определенная группа организмов была плохо изучена. Начиная с конца XVII столетия, постепенно область возможного археогенеза (абиогенеза) суживалась, и, наконец, в настоящее время не осталось ни одного вида животных или растений, для которых можно было бы допускать его существование.

И однако, несмотря ни на что, мы видим, как неуклонно возрождаются искания абиогенеза. Человеческая мысль не мирится с неудачами опытов и накопленными вековым научным наблюдением выводами. Она ищет созданного ею явления, ненаходимого в природе.

Отчасти это объясняется тем, что представление об археогенезе и гетерогенезе имеет корни не в науке, а в философских исканиях. Отрицательный вывод научного искания не может разрушить представление, с ним неразрывно не связанное. Но жизненность его определяется и другой причиной. Необходимость признания гетерогенеза и археогенеза сейчас или когда-нибудь на Земле или где-нибудь вне ее пределов кажется огромному большинству натуралистов и философов логически неизбежной.

Несмотря ни на что, человечеству кажется, что жизнь должна была бы когда-то иметь иное начало, чем то, которое мы наблюдаем в зарождении живого организма из такого же живого.

Прежде чем перейти к рассмотрению логической правильности этого убеждения, необходимо точнее определить область явлений, для которых наука не находит проявлений абиогенеза (и гетерогенеза).

III

Мы можем считать их отсутствие в современных процессах Земли – среди известных ныне организмов – доказанным. Но было ли это так всегда в течение геологической истории, не было ли оно возможно для всех тех бесконечных видовых форм живого вещества, которые населяли нашу Землю в прошлые геологические периоды?

Обращаясь к геологическим фактам, мы должны констатировать, что первые прямые указания на существование живых существ на Земле мы наблюдаем в древних докембрийских отложениях, относимых к альгонкской эре, к ее концу. И уже здесь мир организмов наблюдается в таком развитии, которое несомненно указывает, что альгонкской фауне предшествовали бесчисленные века более древних организмов, которые не оставили нам своих следов или следы которых до сих пор не найдены. Мы должны признать, что начало жизни, если оно было, уходит куда-то в глубь геологических веков. Нет никаких сомнений, что все организмы, остатки коих наблюдались в этих древних геологических слоях, образовывались обычным путем, биогенезом обычного типа. Ни один палеонтолог не решился допустить – и никто не допускал – абиогенеза для происхождения древних организмов, остатки и следы которых мы находим в каменной летописи геологических времен.

Но куда девались следы этих организмов? Ниже палеонтологически почти безмолвных альгонкских слоев лежат огромные толщи слоев архейской эры, палеонтологически совершенно безмолвные, для которых геологи признают большую длительность времени, чем для всех геологических периодов, охваченных жизнью, вместе взятых.

Характер этих слоев выяснился только путем медленного научного творчества. Более ста лет тому назад, в начале XIX столетия, ясно стало, что всюду на земной поверхности ниже слоев, содержащих остатки организмов, лежат слои безжизненные. Это наблюдение произвело огромное впечатление и оказало огромное влияние на научную мысль. Строгий и яркий ученый, всегда основывавшийся на фактах, сторонник биогенеза, Кювье (Georges Léopold Chrétien Frédéric Dagobert Cuvier, 1769–1832) указывал с удивлением, что наука вынуждена поставить вопрос о начале жизни на Земле, так как, очевидно, было на Земле время, когда на ней жизни не было. Каким путем на ней появилась жизнь, он не решал, но вопрос он поставил совершенно ясно и указал, что наука не может с ним не считаться. Это было для него совершенно новое явление, новый научный факт. Натуралисты более смелые в своих спекуляциях – а философскими спекуляциями было охвачено естествознание первой четверти XIX в. – шли дальше. Сторонники космической жизненной силы, например Тревиранус, считали, что жизненная сила, как всякая другая сила в космосе (например, сила тяготения), существует и действует всегда, предполагали, что жизненная сила проявлялась в этих стадиях Земли в иных формах, чем теперь, что вся материя тогда была охвачена жизнью, не было резкого разделения между живым и мертвым, сама Земля жила как организм. Эти идеи Тревирануса (1805) чрезвычайно напоминают философские спекуляции, которые лежат в основе одной из западноевропейских философских систем, еще живой и в наше время, – философии Фехнера (C.F. Fechner, 1801–1887); они и сейчас имеют последователей. Тревиранус и другие философствующие натуралисты и философы допускали проявления жизни, не связанные с живым организмом, который мы изучаем в зоологии и ботанике.

Открытие нижних, азойных (безжизненных) слоев земной коры совпало с тем влиянием, какое оказала благодаря Лапласу (P. de Laplace, 1749–1827) в это время космогония на научную мысль. Прошлое Земли явно оказывалось резко иным, чем настоящее, и в реконструкции прошлого нашей планеты мысль пыталась проникнуть в глубь времен, к эпохе создания нашей пла-

неты. Связывая происхождение Земли с былым газообразным, раскаленным до высокой температуры Солнцем, придавая и Земле в далекие периоды ее существования расплавленное состояние, Лаплас неизбежно считал Землю в этой стадии ее развития лишенной жизни. Открытие азойных слоев отвечало вполне космогоническим представлениям; в этих слоях, отличающихся и морфологическими особенностями, состоящих из кристаллически слоистых (сланцы, гнейсы) или кристаллически массивных (гранит) пород, начали видеть первичную кору застывания когда-то жидкой, расплавленной планеты. Жизнь тем или иным путем должна была появиться на ней много позже.

Но эти воззрения встретились немедленно с другим представлением о причинах безжизненности этих слоев, которое в конце концов оказалось верным. Кажется, впервые их развили Гёттон (J. Hutton, 1726–1797) и его последователь Плейфер (J. Playfair, 1748–1819). По их представлениям, мы нигде не имеем на Земле не измененных позднейшими процессами слоев; на всем протяжении геологической истории мы видим в общем проявление тех же самых процессов, которые мы наблюдаем и сейчас. Эти процессы тянутся в глубь веков, и под их влиянием слои, когда бы они ни отложились, изменяются все больше и больше, по мере того, как проходит время. Они изменяются под влиянием сил, и ныне непрерывно действующих: Гёттон и Плейфер выдвинули значение явлений метаморфизма, с течением времени изменяющих горные породы до неузнаваемости. «В экономии мира, – говорит Гёттон, – я не могу найти никаких следов начала, никаких указаний на конец». Под влиянием этих процессов мы не видим никаких следов первичной земной коры, если она была. Древние следы организмов ими до конца уничтожены, и на некоторой глубине слои, переполненные остатками организмов, превращаются в азойные. Азойные, лишенные жизни, слои представляют из себя всецело метаморфизованные горные породы. Совершенно понятно, что их можно будет встретить всюду ниже древнейших слоев с признаками жизни.

Несомненно, научная работа XIX столетия выяснила правильность этого взгляда, и анализ азойных древнейших отложений земной коры – архейских пород – показал с несомненностью, что в них мы видим измененные осадочные породы, отлагавшиеся в среде, где находилась жизнь. Работы лучших знатоков этих отложений, например Седергольма в Финляндии, указывают, что физико-географические условия этих древнейших земных времен были очень близки и очень схожи с современными. И нигде при реконструкции этих физико-географических условий не видно никаких указаний на отсутствие жизни, наоборот, мы всюду видим косвенные доказательства ее присутствия.

К этим указаниям развитие геохимии за последнее время прибавляет новое. Строение архейских горных пород, нахождение среди них конгломератов, песчаников, известняков, углистых (графитовых) выделений, глин и т.п. явно указывают на широко развитые в это время процессы выветривания, т.е. воздействия атмосферы и гидросферы – кислорода, углекислоты и воды – на силикатовые массивные породы. Мы знаем, что все процессы выветривания идут сейчас при самом энергичном и непрерывном участии жизни, переполнены биохимическими реакциями. Если бы жизни не было, они шли бы иначе. Но никакого отличия этих древнейших отложений, связанных с процессами выветривания, от аналогичных современных пород мы уловить не можем.

И мы должны признать, что процессы выветривания и тогда, как и теперь, регулировались жизнью, игравшей в них ту же самую роль, какую она играет в них в нашу эпоху. Неизменность продуктов этих реакций и их количественных соотношений служит едва ли опровержимым указанием на существование жизни на всем протяжении альгонкской и архейской эр.

Таким образом, научная мысль в нашем XX в. приходит к выводу, что не только в настоящих геологических условиях, но и на протяжении всех геологических веков на нашей Земле существовала жизнь, одинаковым образом отражавшаяся на химических процессах земной коры. И нигде здесь мы не видели признака археогенеза или гетерогенеза. Наоборот, все указывает нам на то, что все это время – десятки и сотни миллионов лет – принцип Реди не нарушался; живое происходило всегда из живого. Современные организмы непрерывно связаны с организмами прошлыми. Живое вещество XX в. составляет единое во времени явление с живым веществом – организмами, морфологически нам неизвестными, архейской эры.

IV

Но геологические эры не охватывают всей истории Земли. До них существовала Земля и проходила ее история. Но эта история не может изучаться методами геологии.

В геологии мы, несомненно, постоянно встречаемся с указаниями на явления гораздо более длительные или древние, чем те, которые наблюдаются в архейской эре. О них мы знаем очень мало, ибо мы можем судить о них лишь по косвенным данным. Один вывод по отношению к этому туманному времени может быть сделан с несомненностью: в эти, по сути, чуждые нам времена наша планета была по своим физико-географическим, а надо думать и химическим (и, может быть, радиохимическим), условиям не похожа на ту Землю, которая изучается в летописях геологии. Условия, изучаемые в этих летописях, не идут без конца в глубь веков существования Земли.

Но какие это были условия, не похожие на нынешние? Понятие о них дает нам не геология, а космогония. Эти условия мы не можем выяснить на основании изучения земных слоев, геологу доступных, а так как они по времени предшествуют геологическим периодам, то мы должны относить их не к геологическим периодам, а к предшествующим им *космическим периодам* существования Земли.

Наши знания о космических периодах истории Земли иного характера, чем наши знания о периодах геологических. Они менее достоверны, основаны на предположениях и гипотезах. Дедукция и гипотеза для них являются основными формами искания истины, конкретное наблюдение отступает на второй план.

Неизбежно проникают космогонические представления в геологию; без них нельзя обойтись, так как космические периоды Земли – это реальный факт: *они были*, и они так или иначе отражаются и до сих пор в окружающей нас природе. И мы упорной работой, коллективным трудом, индивидуальным творчеством можем подойти к их пониманию. Но сейчас мы от этого очень далеки и едва ли подошли в этой области к каким-нибудь прочным научным достижениям.

Бесконечно разнообразны и противоречивы картины прошлого Земли и понимание ее космических периодов, которые научно допустимы, и одинаково приводят они к тому состоянию Земли, которое изучается в геологии. Одновременно существуют и представления о Земле как исконной части Солнечной системы, постепенно переходящей из газообразного и расплавленного состояния в ту твердую, с поверхности холодную планету, какую мы реально наблюдаем, и те представления, которые принимают ее зарождающейся из медленно собирающихся скоплений твердых космических телес или даже пыли или допускают появление ее в Солнечной системе как стороннего, движущегося в мировом пространстве тела, захваченного притяжением Солнца. Очевидно, космическое прошлое Земли, столь различно возможное, нам научно неизвестно. Мы можем пока о нем только *догадываться*, но не знать.

Не зная научно этого прошлого, очевидно, мы не можем научно решить вопрос о генезисе в нем жизни, *если* он произошел в космические периоды земной истории. Другого времени для этого нет, ибо в геологических временах зарождения жизни не было.

Для представления об этом генезисе в космические периоды можно ставить только предположения. И эти предположения в самой разнообразной форме делались и делаются теми учеными, которые, примиряясь с доказанностью отсутствия археогенеза (абиогенеза) среди современных и ископаемых организмов, переносят его искание, исходя из кажущейся им его логической неизбежности, в космические периоды земной истории.

Среди этих предположений можно отличать два резко различных направления.

Возможно представление, что абиогенез по той или иной причине произошел единожды в земной истории, причем в дальнейшем жизнь передавалась от организма к организму обычным путем – биогенезом. Эти причины могли быть разного характера: проявление воли творца, как это думали Реди и многочисленные натуралисты позднейших времен; «случай» – единожды происшедшее и не повторившееся исключительное совпадение благоприятных для возможности самопроизвольного зарождения условий и, наконец, особые условия того космического периода в истории Земли, когда такой абиогенез оказался возможным. Как легко видеть, все эти теории так или иначе являются выражением субъективного убеждения исследователя в необходимости признания такого абиогенеза для объяснения дальнейшей наблюдаемой преемственной во времени жизни. При такого рода представлении, если мы оставим в стороне первое чисто теологическое вненаучное объяснение, возможно стремиться к опытному воссозданию абиогенеза в наших лабораториях и институтах. Вполне мыслимо, что особые условия «случая» или особой космической среды могут быть найдены и воссозданы человеческим разумом.

Но наряду с такими представлениями об абиогенезе в одном из космических периодов в истории Земли существуют другие представления, которые считают, что абиогенез не может быть воспроизведен в наших лабораториях, так как он связан – совершенно неразрывно – с геологическим временем, со всем эволюционным процессом выявления морфологических форм организмов. Абиогенез, по этим представлениям, был в начале эволюционного процесса, был, может быть, процессом длительным, неповторяемым в усло-

виях существования Земли, как недостижимо и неповторяемо для нас искусственное обратное превращение позвоночных в их отдаленных – беспозвоночных – предков. Абиогенез, по этим представлениям, есть одна из *стадий* эволюционного процесса, связанная с теми неповторяемыми и невозстанавливаемыми земными условиями, какие не повторяются и не восстанавливаются для любого эволюционного изменения организма. Мы прежде всего не можем восстановить необходимое и неизбежное для этого – *время*.

Не буду здесь останавливаться на отдельных попытках этого рода представлений. Это любопытная страница в истории человеческой мысли, страница, далеко не дописанная, постоянно безнадежно пополняемая. Бесконечны формы таких возможных представлений, и долго не иссякнет их воспроизведение, если сохранится убеждение в том, что вопреки научному наблюдению биогенез не мог быть единой формой зарождения жизни.

Но существует ли логическая необходимость таких представлений, как думают многие и как постоянно приходится слышать? Должна ли неизбежно жизнь иметь начало из косной материи?

V

Ответ дает наблюдение истории, хода научного творчества.

Оно показывает, что одновременно с исканиями абиогенеза или археогенеза в современном, геологических или космических периодах истории Земли существуют иные научные представления, опирающиеся на признание отсутствия начала жизни на Земле, т.е. отсутствия появления живого непосредственно из мертвой материи.

Признавая биогенез, согласно научному наблюдению, за единственную форму зарождения живого, неизбежно приходится допустить, что начала жизни в том космосе, какой мы наблюдаем, не было, поскольку не было начала этого космоса. Жизнь вечна постольку, поскольку вечен космос, и передавалась всегда биогенезом. То, что верно для десятков и сотен миллионов лет, протекших от архейской эры и до наших дней, верно и для всего бесчисленного хода времени космических периодов истории Земли. Верно и для всей Вселенной.

В течениях научной мысли этого характера мы можем различить два направления.

Одно, более ограничительное, связано только с земными условиями и касается жизни на Земле. Другое стремится охватить вопрос глубже и ставит научной мысли задачи более широкие и, как мне кажется, могущие иметь большое значение для всего мировоззрения человека, если эти представления получают научные подтверждения.

Первое представление отвечает на вопрос, как появилась жизнь на Земле в космические периоды ее существования, когда Земля неизбежно была в условиях, отличных от современных, следовательно, совершенно неблагоприятных для развития жизни. Я оставлю в стороне при этом те спекуляции натуралистов, которые расширяют представление о жизни, как это делал сто лет назад Тревиранус, о котором я говорил, выводя жизнь за пределы современного организма, и как это много раз в разных формах много позже повторялось крупными учеными, например, известным физиологом Прейером (W. Preyer, 1841–1897), допускавшим жизнь при высоких температурах. Не-

сомненно, в этих представлениях «жизнь» может зародиться в чуждых по условиям биосферы областях Земли, но это не будет та жизнь, законы которой *изучает* биолог.

В таких представлениях мы выходим из области научно изучаемой жизни. Жизнь, изучаемая в науке, ограничена теми пределами, которые обусловлены термодинамическим полем устойчивости организмов, в общем приблизительно отвечающим термодинамическим условиям современной земной поверхности.

Мы должны признавать, что в условиях температур (и давления), при которых жизнь наших организмов возможна, если эти условия существовали и в космические периоды на земной поверхности, жизни на Земле в нашем ее понимании тогда не было. Она могла на ней появиться, как только температура, давление, химическая обстановка стали отвечать необходимым для жизни изучаемых нами организмов условиям. Но как появились на Земле тогда эти организмы, раз мы признаем для них только одну форму их зарождения – форму, установленную принципом Реди?

Логически правильный ответ на этот вопрос был дан в начале XIX столетия, более ста лет тому назад. В это время окончательно утвердилось убеждение в представлениях человечества, что Земля находится в постоянном материальном общении и обмене с космическим пространством, в частности, что в нее постоянно приходят, ею притягиваются из небесных пространств мелкие и крупные тельца. Благодаря Хладни (E. Chladni, 1756–1827) было окончательно доказано космическое происхождение падающих на Землю пыли и камней – метеоритов или аэролитов. В связи с этим открытием у разных лиц явилось представление о заносе этим путем жизни на Землю в виде мельчайших спор или организмов из космической среды, из других миров. В первые годы XIX столетия эта идея исходила из среды, мало влиявшей на научную мысль; она была связана с идеями натуралистов, занимавшихся или философскими, или космогоническими вопросами; у них она терялась среди тех неясных, туманных и фантастических построений, какими так богата литература естествознания первой половины XIX столетия.

Эти идеи мы находим у Груйтгуйзена (F. Paula Gruithuisen, 1774–1842), Гюйона Монливо (E. Guyon de Montlivault, 1765–1846)¹ и, вероятно, найдем у многих других в забытых в наших библиотеках произведениях литературы этого рода. Эти указания имеют для нас значение как документы, утверждающие существование подобных идей в научной среде того времени. В широкой научной среде эти идеи обратили на себя внимание лишь после 1865 г., когда их выдвинул широко образованный, разносторонний ученый и общественный деятель, выдающийся врач в Дрездене Г.Э. Рихтер (H.E. Richter, 1808–1876), связавший их с идеей о *вечности жизни в Космосе*. Рихтер, считая жизнь не земным, а космическим явлением, признавал ее вечность и полагал, что в то время, когда она не существовала в земных условиях, она существовала в аналогичных условиях в других мирах. Зародыши жизни в латентном состоянии носятся в небесных пространствах и могут попадать с метеоритами и метеорной пылью на Землю и другие планеты и давать начало жизни. По Рихтеру, эти микрзои (космозои Прейера) являются проявлением

¹ Искавшего начало жизни на Луне.

вечной мировой жизни. *Omne vivum ab aeternitate e cellula* – все живое от вечности происходит из клетки, утверждал Рихтер. Работы Рихтера (1865–1871) прошли незамеченными, но, не зная о его идеях, в один и тот же 1871 г. два величайших ученых XIX столетия независимо от Рихтера и друг от друга выдвинули то же самое представление о заносе жизни на Землю метеоритами как противовес теориям археогенеза. Это был в Германии Гельмгольц (Н. Helmholtz, 1821–1894) и в Англии Томсон Кельвин (W. Thomson Kelwin, 1824–1907). Оба они высказали эти идеи в публичных речах, связали с представлением о вечности жизни. На мысли Рихтера обратил внимание в то же время В. Прейер.

Но эти идеи не оказали большого влияния на научную мысль, ибо хотя возможность занесения этим путем жизни и неоспорима, но существование такого занесения не было нигде и никогда научно установлено. Микрозои, если они есть в небесных пространствах и если они попадают в земную атмосферу, не могут быть генетически связаны с метеоритами и известной нам космической пылью. Ибо в структуре пыли и метеоритах мы никогда и нигде не видим проявления и влияния жизни. Изучение их указывает на условия их образования, аналогичные нашим самым глубинным породам, возникающим при высоком давлении и высокой температуре, или на выделение их при химических процессах из жидкостей и газов, связанных тоже с высокой температурой (хондры, молдавиты). Микрозои могут быть к ним примешаны случайно, с ними прямо не связаны, от них независимы.

Уже в XX в. близкие, но несколько иные идеи пытался развить в новой космогонической картине шведский физик Аррениус (S.A. Arrhenius, 1859–1927). Он указал на возможность переноса мельчайших организмов определенного размера излучениями небесных светил благодаря оказываемому этим радиациями давлению на материальную среду. Попадая на Землю, они должны медленно проникать в нашу атмосферу, находясь во взвешенном состоянии, и в конце концов будут смешиваться с той пыльной атмосферой, которая окружает наш земной шар в нижних частях его газовой оболочки.

Не буду здесь дольше вдаваться в рассмотрение этих возможностей. Несомненно, мы имеем здесь область, доступную точному научному изучению, но пока им слишком мало затронутую. «Космическая пыль», постоянно падающая и, может быть, в очень большом количестве, остается без изучения, и лишь временами к ней обращается научная мысль. Пока характер этого процесса не будет научно выяснен и подвергнут систематическому долговременному научному изучению, мы не выйдем здесь на дорогу реальных фактов из области возможностей, в которой сейчас находимся.

Это изучение сейчас выдвигается на очередь. Ибо все больше и больше явлений заставляет обратить внимание на эту сторону космоса. С разных сторон скопляются данные, создающие чрезвычайно благоприятную обстановку для объяснения начала жизни на Земле этим путем. Для нас становится ясным, что жизнь есть явление космическое, а не специально земное. Мы теперь знаем, что материально Земля и другие планеты не уединены, а находятся в общении. Космическое вещество постоянно в разных формах попадает на Землю, и земное уходит в космическое пространство. Живое вещество дает на нашей планете одно из самых тончайших, а может быть, самое тончайшее дробление материи, сохраняющее свою отдельность в твердом или жидком

состоянии, а потому оно может проникать всюду – уходить и из земного притяжения. А жизнь в латентном состоянии – в спорах, семенах или цистах – может сохраняться неопределенное время, возможно, и геологические века, если верны те наблюдения, которые сейчас указываются, например, в работах Галиппа и др. (1920 г. и сл.). Возможность такой сохранности жизни, почти безграничной, мы сейчас научно отрицать не можем.

Но и без такого изучения сейчас ясно, что никакой логической необходимости признания археогенеза нет для объяснения начала жизни на Земле, в космические периоды истории которой жизнь отсутствовала.

Если даже, что кажется верным, в космические периоды на Земле не мог идти биогенез и наблюдаемая на ней его непрерывность с архейской эры должна была одно время прерваться, жизнь могла проникнуть на Землю извне. В действительности биогенез в земной жизни идет все же «от вечности», как это указал Рихтер.

VI

Но натуралисты ставили логическую необходимость абиогенеза или археогенеза и из других соображений.

Нельзя отрицать, что это представление имеет очень глубокие корни в нашем научном мировоззрении. На это указывает его постоянное возрождение, несмотря на постоянное опровержение точным опытом и наблюдением, как мы видели, на протяжении всей истории научной мысли. Идея начала жизни связана с идеей о начале мира, она проникла в научное мировоззрение нашего времени извне, из философских или религиозных космогоний. Не только еврейско-христианская мысль, но, кажется, все сменявшиеся религиозные построения не могли обойтись без идей о начале и конце мира, о создании его божеством; для многих из этих представлений ставился и вопрос о начале божественных проявлений в космосе. Можно проследить тесную генетическую связь идеи о необходимости и неизбежности начала жизни и живого, столь ярко развитую в науке, с этими седыми созданиями далекой древности наших рас. Ученые XVII–XX вв. нелегко могут быть свободны от окружающей и охватывающей их духовной атмосферы, созданной поколениями предков. Поэтому им так трудно примириться с тем результатом отсутствия начала жизни вне живого, какой получается в эти века при научном подходе к данному вопросу.

То, что нам кажется таким странным, должно казаться совсем простым для ученых, далеких от духовной среды, бессознательно проникнутой традицией религиозных или философских навыков, связанных с идеей о начале мира. В области индийских, в частности буддийских, построений религиозного осознания мира мы не имеем вопроса о начале мира. Для людей, сросшихся с этой духовной атмосферой, вопрос о начале мира или жизни не будет казаться неизбежным. Извечное существование живого будет для них более понятным, чем его появление во времени.

Для европейской научной мысли мы в других вопросах, связанных, например, с материей, энергией, эфиром, давно уже отошли от сознания логической необходимости ставить вопрос об их начале. Для них мы приняли бесконечность во времени. Вероятно, примем такую же безначальность и для жизни, живого вещества в форме организмов, примем и безначальность мира.

Глубокий кризис, сейчас переживаемый, в понимании идеи *времени* еще более оттеняет необходимость критического отношения к этим не исшедшим из фактов природы положениям.

Но, помимо этих ясно извне пришедших в науку представлений, идея археогенеза или абиогенеза поддерживается сейчас еще двумя течениями мысли, анализ которых тоже указывает на их более тесную связь не с наукой, а с другими сторонами духовного творчества человека.

Необходимость *начала* жизни, во-первых, указывается как логическая предпосылка эволюционного процесса. Во-вторых, необходимость археогенеза или абиогенеза представляется неизбежным следствием отрицания для живых организмов особых, им только свойственных сил.

И то и другое, как мы знаем, связано с господствующим научным мировоззрением нашего времени, его проникает.

Я не могу здесь останавливаться сколько-нибудь подробно на анализе этих выводов и ограничусь немногими замечаниями.

Несомненно, отказ от абиогенеза (археогенеза) и замена его представлением об извечности жизни и живого в той форме, какую мы изучаем в биологии, не являются безразличными и для эволюционной теории, и для авиталистического представления о живом организме. Но в этом и его значение, ибо оно в связи с этим должно служить плодотворным источником и научной работы, и углубления в понимании наших теоретических представлений. Мы не должны забывать, что представление о вечности жизни (*omne vivum ab aeternitate e cellula* Рихтера) более отвечает научным фактам, чем представление об абиогенезе, которое им противоречит и основано на вере.

Если абиогенез логически связан со всеми эволюционными и авиталистическими теориями, тем важнее выяснить его противоречие с научно установленной действительностью.

Указание на логическую необходимость признания *начала* для эволюционного процесса имеет скорее философский, чем научный, интерес. В конце концов мы так же мало можем говорить о начале, как и о конце эволюционного процесса. Ибо при непрерывности всего живого, неизбежности в нем биогенеза от архейской (и, несомненно, альгонкской) эры вплоть до настоящего времени на всем его протяжении эволюционный процесс представляет не что иное, как различное проявление одного и того же субстрата – единой жизни в течение геологического времени при меняющихся условиях связанной с ним земной среды. Необходимость начала для эволюционного процесса в этом понимании его отсутствует; она появляется лишь тогда, когда мы начинаем схематизировать эволюцию, что часто делают, и забываем, что эволюционный процесс для натуралиста основан на фактах наблюдения или опыта. А в числе этих фактов неизбежно находится постоянно происходящий в нем биогенез, согласно принципу Реди. В понятие эволюционной теории происхождения животных и растительных видов входит уже биогенез; предположение о его отсутствии в той или иной стадии эволюции разрывает с фактами, является экстраполяцией. Археогенезу в эволюционном процессе – в области точного наблюдения, на котором он основан, нет места.

Гораздо глубже противоречие вечности живого и отсутствия археогенеза с тем представлением о живом, которое охватило научную мысль в более чистой форме со второй половины XIX столетия. Огромные успехи достиг-

нуты были в науке о жизни за последние 50–70 лет, когда биологи, особенно физиологи, стали изучать явления жизни, оставив в стороне всякие объяснения этих явлений особой жизненной силой, пытаясь подвести все их, так или иначе под известные нам силы и явления физики и химии. Для последовательного натуралиста это только *метод работы*. Он исходил из известного и исследовал, достаточно ли оно для полного объяснения жизни живого, или окажутся такие явления, которые заставят его признавать в организме особые, ненаблюдаемые в мертвой материи силы. Оставаясь на почве научного исследования, он не считал решенным вопрос о том, сводимы ли все проявления живого организма к материи и энергии (или на известные нам формы энергии) или нет. Он это только испытывал. Когда же он утверждал, что в организме *нет* никаких других форм энергии, кроме тех, которые наблюдаются во всякой косной материи, или что ничего, кроме энергии и материи, в нем нет, он это утверждал не как ученый, а как философ. В лучшем случае он высказывал научную гипотезу, которая никогда до сих пор доказана не была.

Это необходимо иметь в виду, ибо признание извечности жизни как будто указывает на какое-то *коренное различие* живого и мертвого, а это различие должно или свестись к какому-то различию материи или энергии, находящихся в живом организме, по сравнению с теми их формами, какие изучаются в физике и химии, т.е. в обычной косной, безжизненной материи, или оно указывает на недостаточность наших обычных представлений о материи и энергии, выведенных из изучения косной природы, для объяснения всех процессов живого...

Мы знаем, что сейчас научная мысль подходит вновь к критике этих авиталистических представлений из других соображений: испытанный метод работы – сведение в организме всего, что только свести возможно, к физике и химии мертвой среды – остается, но толкование, что этим путем можно понять *все* составляющее живой организм, становится все более и более сомнительным. Возрождение разных форм виталистических и энергетических гипотез жизни является в данном случае проявлением научного критицизма. Оно является реакцией против незаконно охватившего науку философского представления, ей чуждого. К тому же это философское построение связано с тем философским течением, которое было живым в конце XVIII, середине XIX в. и которое в тех проявлениях, в каких оно выражается в науке, является историческим пережитком в современной философии. Живого, отвечающего ему течения мысли в современной философии, находящейся сейчас в бурном движении, нет. Это и понятно, так как философия всегда в своих живых течениях тесно связана с исканиями научной мысли, а старое представление о материи, лежащее в основе старых материалистических систем философии, отвечает научным о ней представлениям XVII–XIX вв. и противоречит той коренной ломке ее понимания, к которой подошла наука XX столетия.

Понятно поэтому, какое малое значение может иметь для современного натуралиста логическая неизбежность признания абиогенеза, связанная с чуждыми науке, проникающими пока ее философскими представлениями.

Идеи вечности и безначальности жизни, тесно связанные с ее организованностью, есть то течение научной мысли, последовательное проявление которого открывает перед научным творчеством широчайшие горизонты. К той формулировке этой идеи, которую дал Рихтер, мы сейчас должны только

добавить, что принцип Реди имеет приложение и к клетке, к ее мельчайшим организованным элементам, и что, может быть, клетка не является единым, всеобщим элементом живого вещества. Идея вечности и безначальности жизни, и помимо ее космических представлений, давно проникает научное мировоззрение отдельных натуралистов. Ее история в прошлом нами не осознана и не написана. Ее касаться здесь я не имею возможности. Но сейчас эта идея получает в науке особое значение, так как наступил момент истории мысли, когда она выдвигается вперед как важная и глубокая основа слагающегося нового научного мировоззрения будущего.

ХОД ЖИЗНИ В БИОСФЕРЕ*¹

1. Живое вещество² действует в геохимических процессах земной коры своей массой, своим химическим составом и своей энергией.

Мерой массы для каждого однородного живого вещества (т.е. для совокупности живых организмов одного и того же вида или одной и той же расы) может служить *средний вес* живого организма.

Мерой его химического состава может служить *средний атомный состав* организма, выраженный в процентах веса элементов или в процентах их атомов³.

Мерой его энергии является *среднее количество его неделимых, появляющееся в биосфере благодаря размножению в единицу времени*.

2. Живые организмы получают геохимическое значение в земной коре только благодаря присущей им способности к размножению.

Благодаря ему в каждый данный момент в земной коре существуют и образуются огромные массы живого вещества, порядка 10^{20} – 10^{21} г.

Этим путем живое вещество покрывает почти сплошным покровом поверхность Земли – сушу, охватывает все воды – море. Несущая хлорофилл его часть улавливает почти всю световую лучистую энергию Солнца, достигающую Земли, – превращает ее в мощный аппарат действенной земной химической энергии – источник существования всех вадозных минералов, перемещает на земной поверхности ежесекундно миллионы тонн атомов, создает такой мощный аппарат изменения нашей планеты, каким является свободный кислород.

Живое вещество распространяется по земной поверхности благодаря размножению, подобно газу, неуклонно проходя всюду, обходит препятствия, оказывает давление в окружающей среде. Нужно делать усилие – тратить другую энергию, – чтобы не допустить его появления в какой-нибудь части земной поверхности, где существуют условия, благоприятные для жизни. Организмы чередой поколений в геологическое время приспособляются к самым невероятным местам обитания. Пространства, лишённые жизни, – *азойные места* земной поверхности – составляют на лике Земли ничтожные в общей массе участки. Мало-помалу, но неизбежно эти бедные жизнью участки, если они освещаются солнцем, захватываются ею благодаря размножению.

* Опубликовано в: Природа. 1925. № 10/12. С. 25–38.

Этим постоянным и неуклонным созданием новых масс вещества сложного и своеобразного состава, *непрерывной, по-видимому, безгранично увеличивающимся с ходом времени*, живое вещество коренным образом отличается от косной – мертвой материи, для которой нам неизвестно никакого аналогичного механизма.

3. Для числового сравнения создания живого вещества различными видами организмов необходимо выразить способность размножения для всех их одинаковым образом.

Как мы знаем, интенсивность размножения меняется – в различных пределах для каждого вида – в зависимости от условий его существования. Во всем дальнейшем изложении я буду по возможности принимать во внимание – когда это не очевидно – наибольшую возможную или наибольшую наблюдаемую для данного вида размножаемость. Это размножение отвечает или потенциальному размножению⁴, или размножению в наиболее благоприятных для жизни условиях существования организма (при оптимуме жизни).

4. Для многочисленных и разнообразных семейств протистов размножение дроблением может быть выражено формулой

$$2^{n\Delta} = N_n = (\alpha + 1)^n,$$

причем

$$2^{n\Delta} - 1 = \frac{N_n - N_n - 1}{N_n - 1} = \alpha = \text{const},$$

где Δ – коэффициент, показывающий число удвоений неделимого в теоретические сутки; n – число теоретических суток в 24 часа ($24^h 0^m 0^s$), прошедшие от начала размножения.

Величина α дает *суточное приращение количества неделимых, отнесенное к их количеству предыдущих суток*. Это характерная для каждого вида постоянная.

5. Очень замечательно, что размножение других организмов, по-видимому, всех, может быть сведено к той же формуле, не считаясь ни с его половым или бесполом характером, ни с бесконечным разнообразием его проявлений и морфологических особенностей.

Полученные этим путем константы α^5 дают возможность численно сравнивать между собою – по отношению к этому основному свойству живой материи – все бесконечно различающиеся между собой, морфологически столь различные живые существа.

6. Формула размножения, дающая величину α , очевидно, отвечает реальному природному явлению только в количестве неделимых, получаемых каким-либо организмом путем размножения. Вычисленное по ней количество неделимых – N_n – будет точно отвечать реально производимому потомству, если n будет отвечать тому количеству суток или соответственно часов и минут, выраженных в сутках, которое совпадает с промежутком между двумя реальными генерациями.

Но только в этом и будет совпадение между данной формулой и природным эффектом. Во всем остальном реальное явление и то, которое выражено моделью, отвечающей этой формуле, различны. Ибо формула эта отвечает некоторой *модели*, которой мы и здесь, как во всех наших научных представ-

лениях о космосе, замещаем природное явление. Эта модель для всех организмов, кроме тех, которые размножаются делением, резко отлична, даже по своей форме, от того процесса, которым организм производит свое потомство. Живой организм и модель разным путем дадут одно и то же количество неделимых, и оно по этой формуле может быть вычислено.

Коренное различие между этой моделью и реальным размножением для всех организмов заключается в том, что организм работает для получения потомства *прерывисто*. Модель, которой мы его заменяем, дает нам процесс, *идуший равномерно с ходом времени*. Мы сводим этим путем все размножение на одну и ту же единицу времени.

7. В геохимических явлениях во всем процессе размножения имеет значение *только* количество неделимых, производимое в единицу времени. Оно дает нам меру работы, производимой живым веществом. Разное количество получаемых этим путем неделимых в одно и то же время дает числовое представление об интенсивности процесса. Количество производимых неделимых, умноженное на их средний вес, дает массу живой материи, созданной в единицу времени. Очевидно, зная средний атомный состав организма, можно легко получить геохимический учет этой работы по отношению к массе атомов химического элемента или к их числу.

Так как количество неделимых, вычисляемое по этой формуле, совершенно точно отвечает реальному их воспроизведению путем размножения, то эта простая модель может заменить в геохимических вопросах сложное природное явление. В таком случае α будет характеризовать производимую соответствующим ей организмом (его живым веществом) геохимическую работу в биосфере, т.е. его в ней *геохимическую энергию*.

8. Но эта модель дает еще другое, более глубокое совпадение с реальностью, поскольку эта последняя наблюдается в геохимических явлениях.

Она отражает – количественно правильно – тот совершенно особый характер, какой *имеет время* в явлениях жизни. Все явления жизни историчны. Они меняются с ходом времени. Ни одно из них, в сущности, не может быть сравниваемо в разные промежутки времени – без внесения поправок – ни для отдельного организма, ни для отдельного вида. Это резко выявляется в эволюции видов в длинные геологические периоды времени.

Формула § 3 указывает, что, хотя α остается постоянной, количество неделимых, выбрасываемое в биосферу одним и тем же живым веществом в каждые сутки, различно и безгранично увеличивается с ходом времени со все растущей скоростью. Благодаря этому различие между энергией двух отдельных однородных живых веществ, как они должны проявляться в геохимических явлениях, все время меняется. Разница растет с каждым днем и может быть всегда вычислена.

9. Благодаря такому характеру времени оказывается вполне возможным не считаться в геохимических явлениях с чрезвычайным различием между неделимыми разных видов животных и растений. Средний вес и средние размеры неделимых чрезвычайно колеблются. Бактерии весят доли триллионных частей грамма, иногда доли биллионных (10^{-10} – 10^{-13} г), киты превышают иногда сотню тысяч килограммов, т.е. сотни миллионов граммов 10^8 г. Но эта амплитуда развития, равная порядку 10^{21} , не охватывает еще всей их разнородности, так как невидимые в ультрамикроскоп микробы должны весить

меньше бактерий, а гиганты древесной растительности суши или морских водорослей много превышают вес величайших млекопитающих.

Однако в представлениях о геохимической жизни эти различия можно не учитывать. Ибо в немногие сутки мельчайшие организмы дают количество вещества, которое может быть создано крупными организациями лишь в года и даже тысячелетия (§ 13).

10. Сравнить геохимическую энергию живого вещества – оказываемое им в биосфере вследствие размножения давление – можно только в одни и те же промежутки суток от начала размножения.

Мерой такого сравнения можно взять выражение $(\alpha + 1)^n$, которое дает количество неделимых, могущее существовать для данного живого вещества благодаря размножению в n -е сутки от начала размножения. Естественная смерть вносит, по существу, небольшую поправку, которая всегда может быть вычислена. Очевидно, n может быть любым числом.

Числа $\alpha + 1$ могут быть между собой количественно сравнены непосредственно без большой погрешности, так как есть организмы, для которых величина α очень мала. Так, например, для слона $\alpha + 1 = 1,000089$. Очевидно, в первом приближении $(\alpha + 1)^n$ огромного числа других организмов, отнесенного к $(\alpha + 1)^n$ слона, не будет сильно отличаться от $(\alpha + 1)^n$, отнесенного к единице. Несомненно, есть организмы еще с меньшим давлением в геохимических процессах, чем какое оказывается размножением слона.

11. Но геохимическая энергия живых организмов в биосфере может быть сравниваема этим путем и вполне точно.

Ясное понятие о соотношении между количеством неделимых разных живых веществ в разные сроки от начала процесса размножения, т.е. их геохимических энергий, может дать величина δ , которая всегда легко может быть вычислена. Она отвечает

$$\left(\frac{\alpha + 1}{\alpha_1 + 1} \right)^n = \delta^n,$$

где α и α_1 принадлежат разным живым веществам или одному и тому же веществу в разных условиях его размножения.

12. Очевидно, полное количественное представление о геохимической энергии организмов можно получить, только зная средний вес организмов. Правда, перед общей массой создаваемого живого вещества в далекие от начала размножения сутки относительное влияние веса быстро уменьшается, но для точных подсчетов он необходим. К сожалению, наши знания о среднем весе живых организмов ничтожны.

Это необходимо учитывать и в таблице, где дано несколько примеров таких исчислений для β_1 (при $n = 1$).

В этой таблице β_1 отвечает уравнению $\beta_n = p(1 + \alpha)^n$.

Исходя из этого весового выражения геохимической энергии живого вещества, можно вычислить и для каждого дня отношение масс, создаваемых разными живыми веществами:

$$\frac{\beta_n}{\beta_n^1} = \frac{P}{P^1} \delta^n.$$

Таблица постоянных геохимической энергии нескольких живых веществ*

	a	α	β_1	γ	Литературный источник
<u>Бактерии</u>					
Bacterium coli communi	$5,04 \cdot 10^{19}$	$5,04 \cdot 10^{19}$	$2,02 \cdot 10^{10}$	1,76	Buchner (1888)
Vacillus sibtillis	$2,81 \cdot 10^{14}$	$2,81 \cdot 10^{14}$	$3,32 \cdot 10^2$	2,58	Brefeld (1889)
<u>Грибы</u>					
Saccharomyces cerev.	$1,68 \cdot 10^7$	$1,68 \cdot 10^7$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	4,9	Skator (1919)
	645,470	645,471	$1,5 \cdot 10^{-6}$	6,08	То же
<u>Cystoflagellata</u>					
Noctiluca miliaris	1,0	2,0	$4,18 \cdot 10^{-3}$	92,9	Prafje (1921)
	3,0	4,0	$8,36 \cdot 10^{-3}$	46,5	То же
<u>Инфузории</u>					
Paramaecium aurelii*	2,095	3,095	–	–	Woodrood (1921)
Paramaecium caudatum*	1,14	2,14	–	–	С. Метальников (1922)
Stylonychia mytilus mx.	7,0	8,0	$1,5 \cdot 10^{-5}$	34,3	Maupas (1888)
Stylonychia mytilus min	$4,14 \cdot 10^{-1}$	1,414	$2,6 \cdot 10^{-6}$	206,2	
<u>Диатомеи</u>					
Nitzschia putrida*	26,83	27,83	$1,86 \cdot 10^{-8}$	24,5	Richter (1909)
<u>Планктон</u>					
Средний урожай	$2,993 \cdot 10^{-1}$	1,29263	–	–	Lohman
<u>Пиридинеи</u>					
Средний в планктоне	$1,8921 \cdot 10^{-1}$	1,18921	–	–	Hensen (1897)
<u>Насекомые</u>					
Alhis mali	$1,305 \cdot 10^{-1}$	1,1305	$1,8 \cdot 10^{-4}$	564,9	Tougard (1834)
Doryphora decemlineata	$4,76 \cdot 10^{-2}$	1,0476	–	–	А. Брандт (1879)
<u>Зеленые травянистые растения</u>					
Solanum nigrum*	$2,88 \cdot 10^{-2}$	1,0288	600,47	1826,1 (5,0)	В. Комаров (1922)
Пшеница (среднее Франции)	$1,304 \cdot 10^{-2}$	1,01304	–	–	Joulie, Garola
<u>Птицы</u>					
Puselis subflata mx.**	$1,135 \cdot 10^{-2} + 1,897 \cdot 10^{-3}$	1,01325	5,94	4288 (11,75)	Rey (1872)
Курица	$6,23 \cdot 10^{-3} + 1,528 \cdot 10^{-2}$	1,02151	–	–	А. Брандт (1879)
	m				

	a	α	β_1	Υ	Литературный источник
Carpodocus mexicanus frontalis, среднее*	$4,42 \cdot 10^{-3} + 1,897 \cdot 10^{-3}$	1,00632	18,85	8351,9 (22,9)	Bertgold (1913)
<u>Млекопитающие</u> Слон	m $8,9 \cdot 10^{-5}$	1,000089	$6,5 \cdot 10^6$	472439,7 (1294)	Darwin (1859)
Морская свинка	$1,525 \cdot 10^{-2}$	1,01525	629,47	34009,2 (9,1)	Hensen (1881)

* Необходимо принимать во внимание большую недостаточность и неполноту данных, принятых для вычисления констант. Биологи-наблюдатели не привыкли придавать числам то значение, какое мы придаем им в лабораториях или в геофизических наблюдениях. Всюду указаны авторы, числа которых положены в основу вычисленных величин. Звездочкой обозначены наиболее новые наблюдения.

** Обозначает годы. При большом количестве m – первое слагаемое, очевидно, достаточна.

Очевидно, δ^n дает точное представление о росте разницы геохимической энергии разных живых веществ с ходом времени даже в случае, когда создаваемая ими при этом масса неизвестна.

13. Некоторое количественное представление о разной геохимической энергии разных организмов в биосфере можно иметь и иным путем, удобным в некоторых случаях. Им уже давно пользовались натуралисты, кажется впервые К. Эренберг около ста лет назад, для того чтобы дать почувствовать значение жизни в земной коре.

Можно вычислить для организмов величину V , указывающую время, потребное для того, чтобы вещество при благоприятных условиях создало первую массу, равную по весу земной коре.

В таблице дано несколько цифр, отвечающих этой величине V , причем вес земной коры с 16-километровой мощностью принят равным $2 \cdot 10^{25}$ г.

Необходимо иметь в виду, что количественно сравнивать эти величины нельзя, так как время, которому они отвечают, разнородно.

По характеру размножения следующая такая же масса в $2 \cdot 10^{25}$ г может быть каждым живым веществом получена несравненно быстрее, чем первая. В ту тысячу с небольшим лет, которой отвечает « V » слона, бактерия дала бы массу вещества, превышающую наше воображение.

Знание V , однако, не только удобно в рассмотрении отдельных геохимических вопросов. Благодаря ему мы привыкаем точнее судить о работе жизни в биосфере. Масса живого вещества – $2 \cdot 10^{25}$ г – не есть реальная величина; несомненно, в год живое вещество биосферы производит размножение *несравненно большие, чем она количества* вещества, необходимые при неизменно идущей смерти, изменении и гибели живых организмов для того, чтобы ежесекундно существовали в ней их массы, равные 10^{20} – 10^{21} г.

Очень часто натуралисты – в суждении о земных процессах – забывают размах хода жизни в биосфере.

14. Бесчисленны и разнообразны выводы, которые получаются в понимании окружающей нас природы при внесении в нее этих числовых соотношений.

В другом месте (§ 4 – прим.) я ввожу эти числовые данные в изучение геохимических явлений.

Здесь же я хочу коснуться лишь одной крупной черты строения биосферы, указывающей на существование в ней факторов, резко меняющих проявление геохимической энергии живого вещества.

Для автотрофных зеленых растений (посредственно или непосредственно питающих все другие организмы, весь животный мир и все бесхлорофилльные организмы) чрезвычайно характерен резко иной их характер на суше и в водных бассейнах, в частности в океане.

На суше среди них – по массе вещества – преобладают зеленые травянистые (или деревянистые) растения. Одноклеточные зеленые водоросли явно отходят на задний план.

В океане главная масса зеленого вещества сосредоточена в виде одноклеточного планктона; крупные водоросли и зеленые травы в общей массе имеют несравнимо меньшее значение. Они сосредоточены в более мелких участках океана, главным образом в морях у берегов. Там, где они встречаются в открытом океане, как в Саргассовом море Атлантического океана, перед нами явно выступают следы позднейших приспособлений; первоначально здесь было мелкое, прибрежное море.

Чем объяснить такое распределение зеленого живого вещества?

15. Исходя из геохимической энергии размножения живых веществ как будто надо было всюду ждть одной и той же картины – той, какую сейчас рисует океан. Ибо для одноклеточных организмов, например для планктона, их V достигает десятков дней, для травяных же растений суши она отвечает годам. Быстро, с каждым днем, δ^n растет для этих организмов с огромной выгодой для одноклеточных водорослей. Для полного учета размножения одноклеточной травяной растительности надо брать δ^{365} . Эта величина, например, для среднего (по числам Ломана) количества неделимых планктона и неделимых пшеницы (средний урожай Франции) равна $\delta^{365} = 1,283^{365} = 3,9 \cdot 10^{39}$.

В год число неделимых зеленого планктона должно быть, таким образом, в $3,9 \cdot 10^{39}$ раз больше числа неделимых пшеницы, т.е. произведенная массой планктона работа чрезвычайно превышает такую же работу – в тот же срок – зеленых растений суши, ибо разница между весами микроскопического планктона и травянистого растения не превышает чисел порядка 10^{13} – 10^{15} и должна быть много меньше.

16. В биосфере все физико-химические явления подчиняются законам равновесия, и в конце концов в ней получают преобладание такие, в которых свободная энергия системы равна нулю или наименьшая возможная геохимическая энергия (e) живых веществ будет отвечать массе созданного им в единицу времени вещества, т.е. $e = p(\alpha + 1)^m$. Очевидно, из двух организмов с геохимической энергией e и e' будет развиваться – при неизменном притоке солнечного излучения – тот, для которого e больше, т.е.

$$p(\alpha + 1)^m = e_m > P'(\alpha' + 1)^m = e'_m.$$

Если бы не было каких-нибудь других препятствующих явлений, всюду, как в океане, должны были бы преобладать одноклеточные зеленые быстрорастущие водоросли.

Однако это было бы только тогда, если бы не было препятствий развитию любого количества живого вещества с энергией e .

Таких препятствий нет в океане, где солнечный луч, необходимый для жизни зеленых растений, проникает в среднем до глубины 400 м и даже глубже. Есть простор для такого проявления масс водорослей, при котором $e > e'$. Мы наблюдаем в строении живого вещества гидросферы еще другую черту. Быстрое размножение зеленого планктона дает огромное развитие животной жизни. Этим производится новая работа, и равновесие отвечающей океану системы становится еще более устойчивым.

Но этого нет на суше. Здесь солнечный луч проникает на ничтожную глубину в твердую, хотя бы и рыхлую, почву. Зеленая травяная растительность – или древесная, еще выше проникающая в атмосферу, всегда создает в конце концов гораздо более вещества, чем зеленая одноклеточная водоросль, могущая распространяться только по поверхности почвы, как бы велика для нее ни была величина $(\alpha + 1)^n$. Свободная энергия системы здесь будет ближе к нулю, будет произведена большая работа при развитии травяной растительности, а не зелени водорослей. И мы постоянно видим это явление вокруг нас в разной форме. Так, ранней весной в наших степях в первые дни степь покрывается сплошным тонким покровом водорослей. Они не могут, однако, долго сохраняться – даже при достаточной влаге, – так как количество их, покрыв всю площадь, не может дальше увеличиваться. В это время зеленая травяная растительность берет верх, и ее e' становится больше e вследствие прекращения роста этой последней. Устойчивое равновесие достигается только ею.

Можно думать, что этим вызван и самый характер зеленой растительности суши – ее проникновение в атмосферу и форма ее организмов.

Этим же обусловлено значение морских трав и относительно медленно (по сравнению с пространством) размножающихся больших прибрежных водорослей в более мелких участках моря. Здесь так же, как и на суше, для мощного размножения протистов физически нет места, и с течением времени e' становится больше e , т.е. большая работа будет произведена при развитии трав и больших водорослей, чем при развитии протистов.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ К вопросам, связанным с геохимическим значением жизни, я возвращался многократно – в брошюрах и книгах: Химический состав живого вещества (1923), Начало и вечность жизни (1922), Живое вещество и химия моря (1924), La géochimie (1924), в статьях: Химические элементы и механизм земной коры (Природа, 1922), Sur la géochimie (Revue Scientifique, 1924), Sur la portée biologique de quelques manifestations géochimiques de la vie (Revue générale de Sciences, 1925), L'autotrophie de l'humanité *Ibid., 1925). Скоро должна выйти в Науч. хим.-техн. изд-ве книжка «Биосфера» (Геохимические очерки), и я готовлю к печати сводную работу «La matière vivante dans la biosphere».

² Живое вещество – совокупность живых организмов.

³ Venrandsky W. Comptes Rendus de l'Acad. d. Sc. 179. P. 1215.

⁴ Möbius C. Die Austern. B., 1877.

⁵ Venrandsky W. Comptes Rendus de l'Acad. d. Sc. de Paris 180. 1925. P. 2079.

АВТОТРОФНОСТЬ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА *

I

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 земных энергетических 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 мириадом 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.

II

Человек, несомненно, неразрывно связан с живым веществом, с совокупностью организмов, одновременно с ним существующих или существовавших до него.

Прежде всего, он связан с ними своим происхождением.

Как бы далеко мы ни углубились в прошлое, мы можем быть уверенными, что встретим в нем живые поколения, несомненно генетически связанные одни с другими.

Мы, без сомнения, встретим в этом прошлом много более 10 000 последовательных поколений, от отца к сыну, вида *Homo sapiens*, которые по существу своему не отличаются от нас ни своим характером, ни своей внешностью, ни полетом мысли, ни силой чувств, ни интенсивностью душевной жизни. Более 200 поколений уже сменили друг друга со времени зарождения в человеческом обществе великих построений религии, философии и науки.

* Статья была написана по-французски и впервые опубликована в: Rev. gen. sci. 1925. 36, № 17/18. P. 495–502. На русском языке впервые опубликована в: Биогеохимические очерки. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. С. 47–58 – в переработанном (точнее, несколько сокращенном) виде с комментариями В. И. Вернадского. Опубликовано также в: Химия и жизнь, 1970. № 8. С. 17–22, 72–74. Частично французский текст восстановлен в: Проблемы биогеохимии. М.: Наука, 1980. С. 228–245. Полностью восстановленный текст публикуется впервые.

Несколько сот поколений нас отделяет от эпохи, в которую появились первые зародыши человеческого искусства, музыки, мифов, магии, из которых выросли религия, наука, философия.

Но происхождение человека таится в еще более отдаленных глубинах времени. След предков теряется во мраке неизвестности. Их формы, их организмы были иные, чем наши, но главный факт – последовательная смена поколений, материально связанных, от отца к сыну – остался незыблемым. Наша связь с этими существами, на нас не похожими, самая реальная, какая только возможна. Их прошлое существование не есть фикция.

Как бы далеко наша мысль или наши научные исследования ни уходили в геологическое прошлое Земли, мы констатируем то же явление существования в земной коре единого целого жизни, ее непрерывного и единого проявления. Мы видим жизнь, которая извека в своих неделимых погасает и вновь сейчас же зажигается.

Около сотни поколений сменили друг друга с той поры, как мысль великих греков остановилась перед этим явлением, произведшим на нее впечатление самой глубокой космической тайны. Эта загадка осталась для нас, далеких потомков этих людей, одаренных могучей, проникающей мыслью, столь же неразрешенной, какой была для них.

Около десяти поколений до нас великий флорентийский натуралист Ф. Реди, врач, поэт, человек высокой духовной культуры, великий христианин, католик, первым высказал новую мысль, которая, вероятно, от времени до времени приходила в голову одиноким мыслителям прошлых поколений, но оставалась скрытой. Эта революционная идея была высказана, но не охватила умы людей того времени. Они, очевидно, не были подготовлены к ее восприятию. Ф. Реди утверждал: всякий живой организм происходит от другого живого же организма. Мысль эта была выражена этими словами другим итальянским натуралистом – А. Валлисниери через одно или два поколения после Ф. Реди.

Принцип Реди вошел в научное сознание лишь в XIX в., почти через девять поколений после его смерти. Его окончательно ввел в наше построение космоса Л. Пастер, великий француз, человек родственного умственного и душевного склада с Ф. Реди.

Без сомнения, нужно представлять себе в генеалогии человечество в виде миллионов последовательных поколений существ, следующих друг за другом от отца к сыну без перерыва, существ, внешний вид которых и функции которых время от времени подвергались изменению. Очень вероятно, что продолжительность жизни наших далеких предков была короче нашей. Учет времени по последовательности поколений человека и его предков приводит нас к невероятным числам, превышающим наше воображение.

III

Западное человечество последовало по пути, раскрытому для мысли Ф. Реди и Л. Пастером, лишь неохотно и с большим усилием.

Идеи о вечности жизни, отрицание ее начала, мысль о непреходимом – в аспекте известных физико-химических явлений – различии, существующем между космой и живой материей, были в полнейшем противоречии с привычками его мысли, с его мировоззрением. Идеи о начале и конце видимого Космо-

са, всего материального мира, так же как о реальном единстве всего существующего, оставили глубокий след на его умственном складе.

Самозарождение, т.е. генезис живого организма за счет косной материи, без посредства другого живого организма, многим ученым все еще кажется логично необходимым; оно им кажется неизбежным следствием из геологической истории нашей планеты, необходимым для научного объяснения жизни. С глубокой верой высказывались и высказываются убеждения, что прямой синтез организма из его материальных элементов должен быть необходимым завершением успехов науки. Не сомневаются в том, что был момент (если, впрочем, этот процесс не имеет места и в наше время), в который организм зародился в земной коре в силу самопроизвольного изменения косной материи.

Нужно иметь в виду, что эти воззрения коренятся не в научных фактах, но в построении религии и философии.

Конечно, возможно, что они соответствуют реальности. Нельзя их считать научно опровергнутыми. Но ничто не указывает на их возможность. Ничто также не указывает на то, что проблема самозарождения не принадлежит к тому же ряду исканий, как и задача о квадратуре круга, о трисекции угла, о вечном движении, о философском камне. Стремление разрешить все эти проблемы было не бесплодно, оно имело очень важные последствия. Оно привело к великим новым открытиям, но самые проблемы оказались нереальными.

Оставаясь на почве науки, мы должны признать, что:

1) нигде и ни в каких явлениях, происходящих или когда-либо имевших место в земной коре, не было найдено следов самозарождения жизни;

2) жизнь, какой она нам представляется в своих проявлениях и в своем количестве, существует непрерывно со времени образования самых древних геологических отложений, со времени архейской эры;

3) нет ни одного организма среди сотен тысяч различных изученных видов, генезис которого не отвечал бы принципу Реди.

Если самозарождение жизни не фикция, созданная нашим умом, оно может осуществляться лишь вне области известных нам физико-химических явлений. Лишь открытие каких-либо неожиданных явлений могло бы нам доказать его реальность, как открытие радиоактивности доказало потерю веса материи и разрушение атома, которые могут проявляться лишь вне области физико-химических явлений, до той поры изученных.

В настоящее время мы не можем с научной точки зрения рассматривать жизнь на нашей планете иначе, как выражение единого явления, существующего без перерыва со времени самых древних геологических эпох, следы которых мы можем изучать. В течение всего этого времени живое вещество было резко отделено от косной материи. Человек неразрывно связан в одно целое с жизнью всех живых существ, существующих или когда-либо существовавших.

IV

Человек связан с этим целым еще благодаря питанию. Эта новая связь, как бы она ни была тесна и необходима, совсем иного порядка, чем непрерывное чередование поколений живых существ. Эта связь не есть тот глубокий природный процесс, неизменный и необходимый для жизни, который выражен принципом Реди.

Правда, что эта связь составляет часть великого геохимического явления – круговорота химических элементов в биосфере, вызванного питанием организованных существ. Однако связь эта может быть изменена, не затронув стойкости жизненного целого. В палеонтологической истории биосферы существуют серьезные указания на то, что аналогичное изменение уже имело место в эволюции некоторых групп бактерий, невидимых и мельчайших существ, обладающих, однако, огромной геохимической силой.

Зависимость человека от живого целого благодаря его питанию определяет все его существование. Изменение режима – в случае, если бы это произошло, – имело бы огромные последствия. В настоящее время основным фактом жизни является неизбежность и возможность, свойственные человеку, строить и поддерживать существование и неприкосновенность своего тела только усвоением других организмов или продуктов их жизни. Химические соединения, созданные таким путем в земной коре, ему нужны и необходимы для его существования, но человеческий организм не может сам их производить. Он должен их искать в окружающей живой среде, уничтожать другие живые существа или использовать их биохимическую работу. Он умирает, если не находит в земной коре других живых существ, которыми мог бы питаться.

Очевидно, что вся жизнь человека, весь его социальный уклад в течение всего хода истории определяются этой необходимостью. В конце концов именно это неукротимое стремление управляет миром человека, строит и его историю, и его быт.

Последним фактором является неумолимый голод, который становится беспощадной движущей силой социального строя общества. Общественное равновесие поддерживается лишь неустанным трудом, и оно всегда неустойчиво. Большие перевороты в общественных строях, ошибки, совершенные на этой почве, всегда приводили к ужасающим последствиям.

В данном аспекте наша цивилизация всегда находится на краю пропасти. В настоящее время сотни тысяч людей умирают или прозябают в России вследствие недостатка питания, а миллионы других – больше 10–15 млн – стали жертвами совершенных социальных ошибок.

Никогда прежде непрочность человеческого существования не была настолько ясна и призрак упадка и даже падения человечества не был настолько ясно запечатлен в потрясенных душах...

V

Недавно – менее пяти поколений отделяют нас от этого времени – человек начал понимать ту внутреннюю и социальную структуру живого комплекса, к которому он принадлежит. До настоящего времени последствия этой структуры – огромные социальные и политические последствия – еще не проникли в его рассудок. Это ясно видно из наблюдения состояния текущих социальных идей, которые распространяются вокруг нас и которые двигают миром. Эти идеи остаются в своем основании вне настоящей науки. Они являются выражением прошлого точных наук. Они соответствуют науке, которая была сто лет назад.

Пока прогресс науки XIX и XX вв. до сих пор имел лишь слабое влияние на современную социальную мысль.

Точные же науки преобразовываются полностью, и их антагонизм с идеями прошлого становится все больше и больше. Не только массы, но и их предводители и сами их вдохновители принадлежат по своему разуму и научному багажу к стадиям, давно превзойденным научной эволюцией.

В современной общественной и социальной конструкции человечество в большей степени управляется идеями, которые уже более не соответствуют реальности и выражают состояние ума и научные знания поколений, исчезнувших в прошлом. Глубокое изменение социальных и политических идей, происшедшее вследствие новых достижений, колоссально, и это уже начинают видеть. Проблемы питания и производства должны быть пересмотрены. Вследствие этого обязательно наступит переворот в самих социальных принципах, управляющих общественным мнением. Медленное проникновение научных достижений в жизнь и в научную мысль является обычной и общей чертой истории науки.

VI

Новые основы нашего современного представления о питании были заложены быстрым темпом – в течение немногих лет – к концу XVIII в. благодаря усилиям небольшой избранной кучки людей, которые таким образом преобразовали наше мировоззрение, но остались не признанными и не понятыми своими современниками.

Это были лорд Х. Кавендиш в Лондоне – самый богатый человек страны, мизантроп и научный аскет; А.Л. Лавуазье – финансист и исследователь, глубокий и ясный мыслитель, убийство которого является незабываемым стыдом для человечества; Ж. Пристлей – пламенный теолог и английский радикал, преследуемый и непонятый, случайно избежавший смерти, когда фанатичная толпа сожгла и уничтожила его дом, его лабораторию, его рукописи, он вынужден был покинуть свою родину; Т. де Соссюр – женеvский аристократ, представитель семьи, в которой высокая научная культура была наследственной; Ж. Ингенхуз – глубокий натуралист и голландский врач, который, потому что был католиком, не мог создать себе положение на родине и работал в Вене и в Англии. За ними последовало множество исследователей во всех странах.

Через одно или два поколения, около 1840 г., идеи этих пионеров окончательно проникли в науку и были выражены с большей энергией и полнотой в Париже Ж. Буссенго и Ж. Дюма и в Германии, в Гисене, Ю. Либихом.

Достижения огромной важности были результатом труда этих людей.

VII

Живое единое целое – монолит жизни – мир организмов биосферы по своим функциям и по положению в земной коре оказался двойственным.

Существование большей части живого вещества, мира зеленых растений, находится в зависимости лишь от косной материи; этот мир независим от других организмов. Зеленые растения сами могут вырабатывать вещества, необходимые для их жизни, пользуясь косными, с жизнью не связанными химическими продуктами земной коры. Они заимствуют газы и водные растворы из окружающей среды и сами строят бесчисленные азотистые и углеродные соединения, сотни тысяч различных тел, входящих в состав их тканей.

Немецкий физиолог И. Пфедфер назвал организмы, обладающие этими свойствами, *автотрофными*, потому что они в своем питании ни от кого не зависят. *Гетеротрофными* он назвал те организмы, которые в своем питании зависят от существования других организмов, пользуются их химическими продуктами. Они могут лишь изменять эти химические соединения, приготовленные независимо от них, приспособлять их к своей жизни, но не могут их создавать.

Существуют зеленые организмы, питание которых разнородно, которые отчасти готовят нужные химические соединения из косной материи, частью же, как, например, паразиты, получают их, эксплуатируя другие организмы. Это многочисленные в живой природе существа – *миксотрофные* организмы Пфедфера. Омела – один их примеров, всем известный.

Зеленые автотрофные организмы, зеленые растения, образуют главную основу единого монолита жизни. Бесконечно различный мир грибов, миллионы видов животных, все человечество могут существовать только в силу биохимической работы зеленых растений. Эта работа возможна лишь благодаря врожденной способности этих организмов превращать излученную Солнцем энергию в химическую энергию.

Очевидно, что жизнь не есть простое, исключительно земное явление, но, насколько принцип Реди соответствует реальности, должна рассматриваться как космическое явление в истории нашей планеты.

И так же очевидно, что монолит жизни в целом не есть простое собрание отдельных неделимых, случайно собранных, но есть сложная организованность, части которой имеют функции, взаимно дополняющие друг друга и содействующие одна другой.

VIII

Автотрофный растительный мир может исполнять функцию, ему принадлежащую в этой организованности, только благодаря изготовлению им зеленого вещества, обладающего очень специфическими и замечательными свойствами, – *хлорофилла*. Это – сложное органическое соединение, содержащее атомы магния; строение его молекулы, состоящей из углерода, водорода, кислорода, магния и азота, очень близко к строению молекулы *гемоглобина* нашей крови, в которой магний заменен железом.

Хлорофилл, строение и химические свойства которого начинают выясняться, образуется в растениях в мелких, микроскопических тельцах – пластидах, рассеянных в клетках. Эти пластиды образуются только путем деления других, уже существующих пластид: организм не может их создавать иным способом. Здесь обнаруживается замечательный факт, указывающий на существование явления, аналогичного тому, которое выражено в принципе Ф. Реди. Как бы далеко мы ни углублялись в прошлое, мы наблюдаем образование хлорофилльных пластид исключительно из таких же пластид, ранее существовавших.

Благодаря этим хлорофиллсодержащим пластидам организм зеленых растений может в своей жизни обходиться без других организмов.

Если бы мы принимали во внимание лишь вопрос о питании, зеленое растение могло бы существовать в одиночестве на поверхности нашей планеты.

IX

Значение автотрофных организмов с хлорофилльной функцией в биосфере огромно. Они не только дают возможность существования всем другим организмам и человечеству, но они определяют химию земной коры. Можно дать понятие о порядке этого явления, вспомнив некоторые связанные с ним числовые данные.

Мы окружены зеленью садов, лугов, лесов и полей. Если бы взглянуть на Землю с другой планеты, она казалась бы окрашенной в зеленый цвет. Но эта масса хлорофилла является лишь частью общей массы его, большая ее часть невидима для нас. Она наполняет верхние слои Мирового океана по крайней мере до глубины 400 м. Хлорофилл разбросан в бесчисленных мирадах одноклеточных невидимых для глаза водорослей; каждая из них дает начало в течение двух или трех суточных обращений нашей планеты новому поколению, которое немедленно начинает воспроизводиться. Если бы они не служили пищей другим организмам, то в несколько месяцев их количество сделалось бы невероятным и наполнило бы собой весь Мировой океан, всю его воду.

Присутствие свободного кислорода в атмосфере и в водах есть проявление хлорофилльной функции. Весь свободный кислород земного шара есть продукт зеленых растений¹. Если бы зеленые растения не существовали, через несколько сот лет на поверхности Земли не осталось бы следа свободного кислорода и главные химические превращения на Земле прекратились бы.

Общий вес свободного кислорода в земной коре равняется 1,5 квадрильона метрических тонн. Уже одна эта цифра может дать представление о геохимическом значении жизни!

Количество хлорофилла, вырабатываемого зелеными растениями и непрерывно в них находящегося, которое необходимо для поддержания неизменности земной массы свободного кислорода, равняется по меньшей мере нескольким миллиардам тонн.

X

Более 30 лет назад русский биолог С.Н. Виноградский внес в эту картину новую важную черту, доказывающую еще большую сложность строения живого целого.

Он доказал существование живых автотрофных существ, лишенных хлорофилла. Это существа невидимые, бактерии, изобилующие в почвах, в верхних слоях земной коры, проникающие глубокие толщи всемирного океана.

Несмотря на их микроскопические размеры, их значение в экономике природы огромно благодаря поразительной силе их размножения.

Их огромное размножение, несравненно больше размножения одноклеточных зеленых водорослей, заставляет рассматривать их существование как явление, по порядку своему родственное с жизнью зеленых растений.

Без сомнения, число видов автотрофных бактерий незначительно; оно не превышает сотни, между тем как видов зеленых растений известно до

¹ Другие, не связанные с жизнью реакции его образования (радиохимическое разложение молекул воды и такое же световое – ультрафиолетовые лучи) дают сравнительно ничтожные массы его.

180 000. Но одна бактерия может произвести в один день по крайней мере несколько триллионов особей, между тем как одна одноклеточная зеленая водоросль, из всех зеленых растений наиболее быстро размножающаяся, дает в тот же промежуток времени лишь несколько особей, и большей частью гораздо меньше, около одной особи в 2–3 дня.

Бактерии, открытые С.Н. Виноградским, независимы в своем питании не только от других организмов, но непосредственно и от солнечных лучей. Они употребляют для построения своего тела *химическую энергию химических земных соединений*, минералов, например богатых кислородом.

Этим путем они производят в биосфере огромную геохимическую работу, как разлагая эти соединения, так и создавая, как следствие этого разложения, новые синтезы. Их роль значительна в истории углерода, серы, азота, железа, марганца и, вероятно, многих других элементов нашей планеты.

Не подлежит сомнению, что они составляют часть того же единого целого – монолита жизни, в который входят все другие организмы, ибо они являются их пищей, используя, в свою очередь, отбросы. Все это заставляет думать, что связь эта еще более тесная, что они принадлежат монолиту жизни генетически.

Можно их рассматривать как очень специализированные растения, эволюционно происшедшие из зеленых растений, как это обычно допускают для других бесхлорофилльных растений. Но не исключена, однако, возможность видеть в этих бактериях живых представителей отдаленных предков – организмов с хлорофилльной функцией.

При современном состоянии наших знаний первая гипотеза кажется более правдоподобной. Однако нужно принять во внимание, что организмы, открытые С.Н. Виноградским, играют первенствующую роль в явлениях выветривания земных минералов. Это же выветривание, по-видимому, неизменно в течение всей геологической истории нашей планеты. Оно существенно не изменилось с архейской эры.

XI

Человек – животное общественное, гетеротрофное. Он может существовать лишь при условии существования других организмов, именно зеленых растений.

Однако его существование на нашей планете резко отличается от существований всех других организованных существ. Разум, его отличающий, придает живому веществу удивительные черты, глубоко изменяет его действие на окружающую среду.

Возникновение человека было актом величайшей важности, единичным в течение геологической истории: ему нет ничего аналогичного в течение миллиардов предшествовавших веков.

С научной точки зрения можно его рассматривать лишь как результат длинного естественного процесса, начало которого для нас теряется, но который длится непрерывно в течение всего геологического времени. Ни одна научная теория не смогла до сих пор объять в целом палеонтологическую эволюцию организованных существ, последним важным проявлением которой было возникновение человека.

Можно считать это генетическое изменение живого целого, единой жизни, смерть и рождение бесчисленных поколений¹ *эмпирическим обобщением*. Им является эволюция видов во времени.

Для ученого эмпирическое обобщение [2, 3] есть основа всех его знаний, самая достоверная их форма. Но для того чтобы связать какое-нибудь эмпирическое обобщение с другими фактами и с другими эмпирическими обобщениями, необходимо пользоваться теориями, аксиомами, моделями, гипотезами, абстракцией. В этой области существуют лишь несовершенные попытки.

Совершенно очевидно, что существует определенное направление в палеонтологической эволюции организованных существ и что появление в биосфере разума, сознания, направляющей воли – этих основных проявлений человека – не может быть случайным. Но для нас еще невозможно дать какое-нибудь объяснение этому явлению, т.е. нельзя логически связать его с современным научным построением мира, опирающимся на аналогии и аксиомы.

ХII

Человек глубоко отличается от других организмов по своему действию на окружающую среду. Это различие, которое было велико с самого начала, стало огромным с течением времени.

Действие других организмов почти исключительно определяется их питанием и их ростом. Один факт образования свободного кислорода достаточен, чтобы оценить планетное значение их питания. И это один факт среди тысячи других. Образование каменных углей, нефтей, железных руд, черноземов, известняков, коралловых островов и т.д. и т.д. – немногие примеры из тысячи других проявлений их роста.

Человек, несомненно, проявляется в биосфере своим питанием и своим размножением так же, как и все другие организмы. Но масса всего человечества ничтожна по сравнению с массой живого вещества, и прямые проявления в живой природе его питания и его размножения сравнительно почти равны нулю.

Австрийский экономист Л. Brentano дал очень ясное представление о масштабе человечества в биосфере. Если бы каждому человеку уделили 1 м² и собрали бы всех существующих на земной поверхности людей вместе, пространство, которое они заняли бы, не превысило бы площади небольшого Констанцкого озера в Швейцарии.

Совершенно очевидно, что проявление такой живой массы в масштабе геологических явлений ничтожно.

Разум все изменяет. Руководясь им, человек употребляет все вещество, окружающее его, – косное и живое – не только на построение своего тела, но также и на нужды своей общественной жизни. И это использование является уже большой геологической силой.

Разум вводит этим путем в механизм земной коры новые мощные процессы, аналогичных которым не было до появления человека.

¹ Такая дифференциация жизни, ее единства, происходит без заметного изменения в течение геологического времени ее химического состава и ее массы.

XIII

Человек – это *Homo sapiens faber* Бергсона. Он меняет внешний вид, химический и минералогический состав окружающей среды, своего местообитания. Местообитанием его является вся земная поверхность.

Его деятельность с каждым веком становится более мощной и более организованной. Натуралист не может видеть в ней ничего другого, как естественный процесс того же порядка, как все другие геологические явления. Этот процесс неизменно регулируется принципом инерции; он будет идти до конца, если не встретит противной ему внешней силы, которая его уничтожит или будет держать в потенциальном состоянии.

Открытие земледелия, сделанное более чем за 600 поколений до нас, решило все будущее человечества. Изменяя этим путем жизнь автотрофных зеленых организмов на земной поверхности, человек тем самым создал такой рычаг для своей деятельности, последствия которого в истории планеты были неисчислимы. Человек этим путем овладел всем живым веществом, не только зелеными растениями, так как именно эти последние определяют жизнь всех других существ. Мало-помалу человек изменил живое вещество согласно решению и целям своего разума.

Благодаря земледелию он себя в своем питании освободил от стихийной зависимости от живой окружающей природы, тогда как все другие организованные существа в этом отношении являются ее бессильными придатками.

XIV

Основываясь на этой великой победе, человек уничтожил «девственную природу». Он внес в нее массу неизвестных, новых химических соединений и новых форм жизни – культурных пород животных и растений.

Он изменил течение всех геохимических реакций. Лик планеты стал новым и пришел в состояние непрерывных потрясений.

Но человеку не удалось до сих пор достигнуть в этой новой среде необходимой обеспеченности своей жизни.

В современной социальной организации существование даже большинства является необеспеченным. Распределение богатств не дает главной массе человечества условий жизни, отвечающих идеалам нравственным и религиозным.

Новые тревожные факты, затрагивающие основы его существования, проявляются в последнее время.

Запасы исходных для его существования сырых материалов, видимо, уменьшаются с ходом времени. Если их потребление будет увеличиваться с той же быстротой, как раньше, положение станет серьезным. Через два поколения можно ждать железного голода; нефть начнет исчезать еще раньше, вопрос о каменном угле может через несколько поколений сделаться трагическим. То же самое ожидает большинство других первичных основ цивилизации, материальной культуры. Каменноугольный голод кажется особенно тревожным, так как именно уголь дает человеку энергию, необходимую для его общественной жизни в теперешней ее форме.

Это явление неизбежно, ибо человек быстро истребляет в виде угля запасы исходного для культуры сырья, образовавшиеся в течение мириад ве-

ков. Для сколько-нибудь заметного нового их накопления потребовалось бы такое же огромное время. Эти запасы неизбежно ограничены. Если бы даже нашлись неизвестные новые их источники или если бы стали обрабатывать менее богатые или более глубокие их концентрации, этим лишь отодвинули бы на время наступление критического момента, но тревожная проблема осталась бы нерешенной.

Глубокие умы уже давно убедились в необходимости изобретения радикальных социальных мероприятий, научных открытий нового порядка, чтобы отразить неминуемую опасность.

В начале прошлого века неотвратимый голод в основных материалах жизни не мог быть еще замечен, так как энергия, которой располагал человек этой эпохи, была тесно связана с древними, вековыми формами существования, с жизнью и работой людей, растений, животных. Однако уже тогда основатели социализма, особенно Г. де Сен-Симон, В. Годуин, Р. Оуэн, понимали первостепенное значение науки, невозможность решить социальный вопрос, опираясь только на использование ресурсов, которые существовали в их время, без увеличения с помощью науки мощности человечества.

Это был действительно научный социализм в собственном смысле, который позже был забыт. Проблема, которая стоит в данный момент перед человечеством, перерастает социальную идеологию, разрабатываемую с тех пор социалистами и коммунистами всех школ, которые в своих теориях упустили из виду животворный дух науки, ее социальную роль. Наше поколение было жертвой применения этой идеологии в ходе трагических событий моей страны, одной из самых богатых естественными ресурсами. Последствием этих событий были смерть и голод множества людей, экономический провал коммунистической системы, который мне представляется неоспоримым. Однако поражение социализма представляется более глубоким. Вообще, он представляет собой социальную проблему под слишком ограниченным углом зрения, который не соответствует действительности; он остается на поверхности.

XV

Для решения социального вопроса необходимо подойти к основам человеческого могущества – необходимо изменить форму питания и источники энергии, используемые человеком.

На эти два пути устремляется мало-помалу мысль ученых. Они теперь стоят на прочной почве. Не только возможность разрешить эти две проблемы не подлежит уже сомнению, но больше того, ясно, что они неизбежно, как природный процесс, будут разрешены в очень короткое время даже по сравнению с продолжительностью жизни человечества.

Разрешение этих проблем рисуется как результат прогресса науки вне связи с социальными проблемами. Уже с давних пор наука в своем искании истины стремится найти новые формы энергии в мире и создать великие химические синтезы органического вещества. Средства, которыми она располагает для своей работы, очень недостаточны, но они единственные доступные ей в современном человеческом обществе, где положение ее пока находится в поразительном противоречии с ее действительной ролью как производителя богатства и человеческого могущества.

Можно ускорить это научное движение, создавая новые методы исследования, но остановить его невозможно. Ибо нет силы на Земле, которая могла бы удержать человеческий разум в его устремлении, раз он постиг, как в данном случае, значение истин, перед ним раскрывающихся.

XVI

До сих пор сила огня в ее разнообразных формах была почти единственным источником энергии социальной жизни. Человек завладел ею, сжигая организмы или их ископаемые остатки. За последние десятки лет началась систематическая замена огня другими источниками энергии, независимыми от жизни, прежде всего белым углем. Уже сделан первый подсчет запасов белого угля, экономии движущей силы воды, находящейся на поверхности всей планеты. Подсчет показал, что, как это количество ни велико, оно одно недостаточно для удовлетворения *социальных нужд*.

Но запасы энергии, находящиеся в распоряжении разума, неистощимы. Сила приливов и морских волн, радиоактивная, атомная энергия, теплота Солнца могут дать нужную силу в любом количестве.

Введение этих форм энергии в жизнь есть вопрос времени. Он зависит от проблем, постановка и разрешение которых не являются неисполнимыми.

Так добытая энергия будет практически безгранична.

Пользуясь непосредственно энергией Солнца, человек овладеет источником энергии зеленых растений, той формы ее, которой он сейчас пользуется через посредство этих последних как для своей пищи, так и для топлива.

XVII

Непосредственный синтез пищи, без посредничества организованных существ, как только он будет открыт, коренным образом изменит будущее человека.

Разрешение этой задачи тревожило воображение ученых со времени великих успехов, достигнутых органической химией; в сущности это невысказываемая, но неотступная мечта работников лабораторий. Ее никогда не теряют из виду. Если великие химики лишь изредка высказывают ее, как это делал М. Вертелло, то только потому, что они знают, что эта задача не может быть разрешена, пока не будет сделана длительная подготовительная работа. Эта работа совершается систематически. Она может быть уделом только многих поколений потому, что в современном социальном строе наука находится в бедственном положении.

Одно поколение уже исчезло со времени смерти М. Вертелло. Мы теперь гораздо ближе стоим к осуществлению заветной цели, чем при его жизни. Можно проследить ее медленное, но непрестанное движение вперед. После блестящих работ немецкого химика Э. Фишера и его школы над белками и углеводами не может быть сомнений в конечном успехе.

Во время последней мировой войны задача эта несколько раз подвергалась рассмотрению в разных странах с точки зрения ее практического осуществления, и убеждение в неминувости ее разрешения пустило глубокие корни в среде ученых.

Без сомнения, случается, что научное открытие теряется или получает практическое осуществление, применение в жизни, лишь долго спустя после того, как было сделано. Но можно быть уверенным, что такая судьба не постигнет синтеза пищи.

Открытия этого синтеза ждут, и его великие последствия в жизни не замедлят проявиться.

XVIII

Что означал бы подобный синтез пищи в жизни людей и в жизни биосферы?

Его создание освободило бы человека от его зависимости от другого живого вещества. Из существа социально гетеротрофного он сделался бы существом социально *автотрофным*.

Последствия такого явления в механизме биосферы были бы огромны. Это означало бы, что единое целое – жизнь – вновь разделилось бы, появилось бы третье, независимое его ответвление. В силу этого факта на земной коре появилось бы в первый раз в геологической истории земного шара *автотрофное животное*.

Нам сейчас трудно, быть может невозможно, представить себе все геологические последствия этого события; но очевидно, что это было бы увеличением долгой палеонтологической эволюции, являлось бы не действием свободной воли человека, а проявлением естественного процесса.

Человеческий разум этим путем не только создал бы новое большое социальное достижение, но ввел бы в механизм биосферы новое большое геологическое явление.

XIX

Отражение такого синтеза на человеческом обществе, несомненно, коснется нас еще ближе. Будет ли оно благотворно или доставит новые страдания человечеству? Мы этого не знаем. Но течение событий, будущее, может быть определяемо в сильной мере нашей волей и нашим разумом. Нужно уже сейчас готовиться к пониманию последствий этого открытия, неизбежность которого очевидна.

Лишь отдельные мыслители предчувствуют приближение новой эры. Они по-разному представляют ее последствия.

Их интуиция находит себе выражение в непосредственных образах в романах, некоторые из них смотрят на будущее тревожно и трагично (Д. Галеви в «Histoire de quatre ans» – «История четырех лет»), другие рисуют его себе великим и прекрасным («Auf zwei Planeten» глубокого мыслителя и историка идей немца К. Лассвица)¹.

Натуралист может взирать на это открытие иначе, с мудрым спокойствием.

Он видит в завершении его синтетическое выражение большого природного процесса, длящегося миллионы лет и не являющегося на всем этом протяжении признака разложения. Этот процесс творческий, а не анархический.

¹ Есть русский перевод.

В конце концов будущее человека всегда большей частью создается им же самим. Создание нового автотрофного существа даст ему доселе отсутствующие возможности использования его вековых духовных стремлений; оно реально откроет перед ним пути лучшей жизни.

XX

1. Через год (в 1926 г.) после напечатания этой статьи (1925 г.) мне пришлось при дальнейшем научном углублении в проблемы биогеохимии подойти к явлениям, которые, казалось, в корне подрывали высказанные здесь представления о достижимости автотрофности человечества.

Дело в том, что выявилась возможность более глубокого отличия между составом, а следовательно, и пищей живых организмов и окружающей их среды, чем я тогда предполагал. Живые организмы, возможно, не только создают особые, нигде в других условиях не образующиеся на земле молекулы – соединения элементов – чрезвычайно сложного и своеобразного строения и не только избирают из окружающей среды определенные – качественно и количественно – химические элементы, но могут обладать способностью разлагать изотопические смеси, из которых состоят химические элементы, меняют атомный вес (меняют отношение между изотопами, составляющими химический элемент) и избирают из окружающей среды *отдельные изотопы*.

Эта научная гипотеза, вытекавшая из данных наблюдения над живым веществом и над биосферой, была поставлена мной в 1926 г. конкретно, и с 1928 г. в этой области идет научная экспериментальная работа. До сих пор она не привела к определенно решающим результатам.

Однако открытие в 1933 г. тяжелого водорода – дейтерия-Д – ясно показало, что живые организмы иначе относятся к его соединениям, чем к соединениям легкого водорода, и влияют на смеси H_2O и D_2O . Способность организмов в этом частном случае влиять избирательно на изотопические смеси может считаться доказанной, хотя и неизученной.

2. Отсюда следует, что проблема пищи является значительно более сложной, чем это казалось в 1925 г., когда впервые напечатана была по-французски эта статья. И можно поставить вопрос, не явится ли искусственное изготовление пищи человека утопией, раз должно приниматься во внимание происходящее при этом изменение некоторых химических элементов. Возможно, что некоторые химические элементы входят в пищу человека через растительные или животные вещества, которыми он питается, или в виде чистых изотопов, или в виде измененной по сравнению с обычным химическим элементом иной изотопической смеси.

Если только процесс изменения изотопических смесей совершается в природе исключительно в живом веществе, в таком случае человек не может избавиться от растительной и животной пищи, если, конечно, человек не сумеет сам извлекать из косной материи нужные ему для жизни химические элементы – иные, чем в окружающей среде, их изотопические смеси – или получать чистые изотопы.

В первом случае приходится допустить, что атомные веса должны колебаться в окружающей природе и не быть постоянной и неизменной величи-

ной, как это мы принимаем сейчас в химии. Во втором надо допустить, что это может сделать человек со своей техникой.

Оба эти вывода, мне кажется, не только заслуживают внимания и требуют проверки, но, больше того, оба отвечают действительности.

Несомненно, изменения атомных весов химических элементов, наблюдаемые в земной коре, в подавляющей части очень незначительны, однако они есть, они реальны, но не изучены и нам известны в отдельных частных случаях, открытых попутно. Эта область природных явлений заслуживает сейчас самого глубокого изучения, так как подводит нас к большим и важным процессам, происходящим в земной коре [4].

Надо поставить общий вопрос о колебаниях атомных весов химических элементов в земных условиях. Колебания атомных весов в биохимических процессах будут частным случаем общего явления.

Эти колебания, судя по точности определения атомных весов, незначительны, редко достигают десятых долей и более – их надо искать в третьем десятичном знаке атомного веса в большинстве случаев.

Существование колебаний, несомненное в ряде случаев, не изучено, и неясно, насколько оно обще всем элементам и насколько распространено в земной коре [1].

3. Для получения синтетическим путем пищи необходимо, таким образом, синтезировать и те изотопические смеси (химические элементы), которые отвечают природным состояниям химических элементов в живых существах, – конечно, в том случае, если эти состояния отличны от состояния элементов косной материи, что ближайшее исследование выяснит.

Сейчас совершенно ясно, что отделение изотопов и изменение изотопической смеси природных химических элементов не представляют непреодолимых экспериментальных трудностей. Хотя сейчас эта область явлений мало экспериментально разработана, но это – вопрос времени.

Для синтеза пищи необходимо будет не только создать те химические тела и их смеси, которые в виде хлеба, мяса и т.п. употребляет в пищу человечество, но и изменить изотопические смеси некоторых из входящих в их состав химических элементов, и это, кажется нам, по крайней мере сейчас, может быть сделано.

Автотрофность человечества может быть создана и при этом условии. Все, что сказано в этой статье, таким образом, остается правильным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский В.И. Очерки геохимии. Л., 1934. 380 с.
2. Вернадский В.И. Биосфера. Л., 1926. 146 с.
3. Vernadsky W. La biosphère. P., 1929. 232 p.
4. Вернадский В.И. Геохимия в Союзе // Наука и техника СССР, 1917–1928. М., 1927. Т. 1. С. 235–248.

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 обобщением [2. С. 19], – мы не приходим к точному и определенному ответу, а приходим, как это очень часто наблюдается в точной науке, построенной на эмпирических обобщениях, к противоречиям. Ибо всякое эмпирическое обобщение (и научно установленный факт) включает 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 и исходя 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 организованностью¹ нашей планеты, в частности биосферой².

Только экстраполяционным логическим процессом, только в нашем умозрении мы можем отделить ее от планеты; в частности, в биосфере жизнь исполняет совершенно определенные геологические функции, которые не будут существовать, если жизнь на планете исчезнет.

Точно так же должно признать научно несомненным, что жизнь являлась в основном неизменной, такой же, как теперь, являлась частью организованности биосферы за все нам известное течение геологического времени, т.е. в продолжении $(3 \cdot 10^9) - (2 \cdot 10^9)$ лет. В древнейшем археозое она составляла такую же часть в общем единого строения биосферы, какую и теперь составляет.

* Впервые опубликовано в: Биогеохимические очерки. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. С. 169–174. В дальнейшем опубликовано в: Биосфера и ноосфера. М.: Наука, 1989. С. 132–138.

¹ Здесь и далее вместо «организованности» в 1930 г. было «механизмом».

² На этом я более подробно останавливаюсь в моей книге «Биосфера» ([2, 3], также [1]).

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 $(n \cdot 10^{19}) - (nx \cdot 10^{20})$ 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 Земле [1].

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 организованности, которая неизменно проявляется в течение всей известной нам геологической истории Земли.

При этом эти факты и эти эмпирические обобщения связывают жизнь не с преходящими 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.

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 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, проследивая 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 глуби 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 оно 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 организованностью, 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 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 глубокого 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. Монофилитическое представление о ходе эволюции не может быть верным, а полифилитическое 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, о 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 организованности 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 организованностью биосферы.

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 Венера), весьма вероятно, ибо вещество биосферы, несомненно, постоянно принимает в себя космические тела. Но начала земной жизни оно не объясняет.

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 собой, т.е. *допустить абиогенез монолита жизни* – задача экспериментально невыполнимая.

Абиогенез монолита жизни неизбежно заставляет допустить в жизненной среде существование и проявление таких физико-химических или, может быть, иных явлений, которые сейчас нам неизвестны и не наблюдаются в окружающей нас космической 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, с атомами), электричеством, эфиром и т.п., как искони существующие части космоса, более или менее несводимые 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 предвещая конечной безначальности 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.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский В.И. Очерки геохимии. Л., 1934. 380 с.
2. Вернадский В.И. Биосфера. Л., 1926. 146 с.
3. Vernadsky W. La biosphere. P., 1929. 232 p.

¹ Си предполагал захват Солнцем нашей Земли (с живым веществом из другой части космоса).

ОБ УСЛОВИЯХ ПОЯВЛЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ*

I

Проблема первого появления жизни на нашей планете сейчас наукой не ставится. Это область философской или религиозной мысли, и ученые, которые ее касаются, обычно выходят за пределы научной работы. Они касаются этих вопросов, но их исследуют не как ученые, а как философы.

Мне кажется, сейчас настало время подойти к этой проблеме иначе. Можно к ней подойти, не выходя из области научного знания. Научный подход к этой проблеме возможен, однако не во всей ее полноте. Это необходимо учитывать и резко определить область, которая подлежит в данное время научному ведению. Этой областью не будет решение вопроса о механизме зарождения или появления жизни на нашей планете, абиогенеза, например, но ею может являться определение условий, в которых такое появление или зарождение единственно возможно.

Условия появления жизни на нашей планете должны быть поставлены в реальную обстановку. В реальной обстановке жизнь нам известна только как неразрывная составная часть определенного строения земной коры. Такой формой организованности является одна из геосфер нашей планеты – *биосфера* [1, 6].

Условия, определяющие первое появление жизни на Земле, те же, которые определяют создание или начало биосферы на нашей планете.

Научно вопрос о начале жизни на Земле сводится, таким образом, к вопросу о начале в ней биосферы. И только в этой форме он должен сейчас изучаться. Вне биосферы мы жизнь научно не знаем и проявлений ее научно не видим. Организм, удаленный из биосферы, есть не реальное, есть отвлеченное логическое построение, по своим свойствам столь же далекое от реальности, как далек от реального «воздуха», т.е. тропосферы, воздух физика. Он дает только первое приближение к научному пониманию, и многие важнейшие свойства тропосферы при таком отвлечении исчезают из научного кругозора. Воздух физика (resp. жизнь вне биосферы) есть логическое построение, тропосфера (resp. жизнь как часть биосферы) – реальный факт [1], вернее – эмпирическое обобщение [5. С. 19].

Рассматривая проблему появления жизни на Земле как проблему появления биосферы, мы не только приближаемся к реальности [10. С. 959] – мы получаем новую прочную базу для научной работы, опирающуюся на огромный эмпирический материал геологии и геохимии.

Геология позволяет сейчас научно ставить вопрос о начале биосферы, а геохимия научно точно определяет условия, каким должна удовлетворять жизнь для того, чтобы могла создаться биосфера.

Под научной постановкой проблемы я подразумеваю такую постановку, которая сводит или всю проблему, или отдельные, логически непреклонно с

* Впервые опубликовано в: Изв. АН СССР. ОМОН: Сер. 7. 1931. № 5. С. 633–653. В дальнейшем опубликовано в: Биогеохимические очерки. М.: Л., 1940. С. 198–210; Избр. соч.: В 5 т. М.: Изд-во АН СССР, 1960. Т. 5. С. 252–266; Проблемы биогеохим. М.: Наука, 1980. С. 278–295.

ней связанные следствия к форме, допускающей точную проверку научным опытом или научным наблюдением.

Сводя проблему о начале жизни к проблеме о начале биосферы, мы возможность такой проверки получаем.

II

Необходимо иметь в виду еще одно обстоятельство. Говоря о появлении жизни на Земле с образованием биосферы, должно считать незыблемым *принцип Реди* [1; 12. С. 12] – то великое эмпирическое обобщение, которое было установлено в XVII в. и которое неизменно подтверждается научным опытом и наблюдением. Его выражают: «Все живое происходит от живого». Так впервые выраженный по-латыни ученым языком того времени – *omne vivum e vivo* – принцип Реди безусловно верен, но это не философский принцип, а научное обобщение. Ученый никогда не может придавать этой краткой формуле абсолютного значения и делать из этой краткой формулы все логические выводы: это не отвлеченное, идеальное построение, а реальное эмпирическое обобщение. В связи с этим его можно выразить так: «Все живое происходит из живого в биосфере, комплекс физико-химических явлений в которой точно ограничен и определен». Принцип Реди, следовательно, не указывает на невозможность абиогенеза вне биосферы или при установлении наличия в биосфере (теперь или раньше) физико-химических явлений, не принятых во внимание при научном определении этой формы организованности земной оболочки.

Полезно вспомнить недавно пережитое, ярко указывающее на различие научного и философского определения основных принципов естествознания. В XVIII в. был установлен принцип постоянства вещества. Для натуралиста он обозначал: вещество постоянно в своей массе и не теряется в пределах физико-химических явлений, нам известных. И мы знаем, что вплоть до открытия радиоактивности непрерывно шли опытные проверки правильности этого принципа. Это был и есть не абстрактный, идеальный принцип философии, а реальное эмпирическое обобщение науки, верное в определенных границах. В этих границах оно осталось незыблемым и тогда, когда открылись явления, в которых вещество не постоянно. Так же и принцип Реди: он не указывает на невозможность абиогенеза, *generatio aequivoca* вообще, он только точно определяет область и условия, в пределах которых абиогенеза нет.

Абиогенеза, согласно принципу Реди, нет и не было в биосфере в пределах геологического времени, т.е. в пределах времени, когда жизнь входила в организованность этой геосферы.

III

В научной литературе высказывались два представления о начале жизни на Земле, оба не связанные с ее геологическим строением и с ее историей [12]. Согласно одному, жизнь проникла на нашу планету извне, из космического пространства, может быть, проникает в нее постоянно и непрерывно и сейчас [13. С. 516]. Согласно другому взгляду, жизнь образовалась на Земле из мертвой (косной) материи каким-то неизвестным путем в один из геологических древних периодов ее бытия или, может быть, незаметно для нас непрерывно и постоянно на ней этим путем, путем «самопроизвольного зарождения», абиогенеза, образуется, но нами этот процесс не замечается.

Оба взгляда, высказанные в такой неопределенной форме, противоречат нашему точному знанию, хотя не только распространены, но, к сожалению, широко используются в нашей популярной и научно-популярной литературе как научные достижения или научные гипотезы. Ни тем, ни другим они не являются.

В первом взгляде вопрос о начале жизни переносится во взвешенные условия, причем логически возможно представление, что жизнь есть такая же вечная черта строения Космоса, какой является атом и его совокупности, формы лучистой энергии и т.п. Возможно, однако, и другое предположение – что зарождение жизни не могло произойти на нашей планете, произошло где-то в Космосе, но живые организмы, раз попавши на Землю, могли на ней удержаться, так как нашли здесь благоприятную почву для проявления. Очевидно, при этом жизнь может не являться вечной чертой Космоса, но условия ее возникновения связаны с процессами, в земной природе отсутствующими.

Во втором взгляде – случае той или иной формы абиогенеза – скрытым образом отрицается принцип Реди^{1*}. До сих пор в течение более 250 лет неуклонно опыт и наблюдение опровергают это отрицание, но человеческая мысль упорно с этим не считается. Фактической – научной – основы это отрицание под собой не имеет; отрицание связано с противоречием принципа Реди некоторым распространенным философским или религиозным верованиям и выводам. В действительности принцип Реди не отрицает абиогенеза, он только указывает пределы, в которых абиогенез отсутствует.

Возможны такие условия в земной истории, когда не было биосферы и существовали в земной коре физико-химические явления или состояния, которые сейчас в ней отсутствуют и которые были необходимы для абиогенеза. Возможно и то, что есть нам неизвестные физико-химические явления (не учтенные принципом Реди), которые допускают абиогенез, происходящий и ныне на Земле, но по своей незначительности и недостаточной точности наших обычных методов исследования ускользающий от внимания.

Отрицать существование таких явлений, не принятых во внимание принципом Реди, нельзя, но их открытие не может нарушить его правильности в пределах физических и химических явлений, принятых во внимание при установке его. Среди них находятся и обычные химические и геохимические процессы².

IV

Не имея возможности решить, какой из этих взглядов отвечал действительности и нет ли еще каких-нибудь иных возможных представлений, попытаемся, *исходя из сведения проблемы о начале жизни к проблеме о начале биосферы*, установить условия появления биосферы и проявления в ней жизни, обязательные для всякого представления о ее начале на нашей планете.

Здесь мы должны считаться с успехами геологии, определяющими возраст биосферы, и с данными геохимии, исключая некоторые из ходячих представлений об эволюции форм жизни в пределах биосферы.

^{1*} Подстрочные примечания здесь и далее см. в конце работы, после списка литературы.

Следующие данные геологии должны быть учтены как эмпирически установленные.

Поле жизни, т.е. температура и давление, связанный с этим климат и химический характер среды, существует непрерывно, в общем неизменно со времени архейской эры. В течение более чем полутора миллиардов лет поле жизни было аналогично современному.

Огромная часть архейской эры, может быть вся, была уже охвачена жизнью, в основных чертах аналогичной современной, с ней генетически связанной. Биосфера существовала все это время неизменно. На это указывают не только остатки жизни, но и неизменность в течение всего этого времени процесса выветривания, характер и парагенезис тех минералов, которые образуют биосферу и которые теснейшим образом в своем образовании связаны с жизнью.

Возможно, что архейская система не войдет вся целиком в археозой, как это казалось возможным допускать. Мне представляются заслуживающими серьезного внимания и требующими тщательной проверки указания Р. Швиннера [15. С. 140; 9] на особую структуру древнейшей части остатков архейской эры – лаврентьевской системы. В них отступают на второй план породы и минералы, которые генетически связаны с выветриванием, источники которого надо искать в биосфере.

Таким образом, в геологии мы как будто подходим к началу биосферы, т.е. к началу жизни. Была ли биосфера в лаврентьевскую эпоху?

V

Изучение явлений жизни в геохимическом аспекте, в свою очередь, оттеняет особенности воздействия организмов на окружающую их среду, позволяющие точно определить условия, которые должны существовать при появлении жизни. Они ставят границы возможным предположениям и представлениям о формах проявления как абиогенеза, так и космического заноса жизни. С ними должны считаться все теоретические построения.

Два явления могут быть здесь выдвинуты. Во-первых, должны быть учтены особые свойства *пространства, занятого жизнью*, своеобразной структуры в этом смысле биосферы, отсутствующей в других геосферах. И во-вторых, необходимо считаться с особенностью *геохимических функций живых организмов* и механизма биосферы, вызывающих сложность жизни, существование неразрывного комплекса организмов, распадающихся на многочисленные морфологически различные формы. В биосфере всегда наблюдалось, говоря терминами геохимии, *разнородное живое вещество* [1], и жизнь всегда исполняла *одновременно разнородные биогеохимические функции*.

Все суждения о начале биосферы должны прежде всего дать объяснение резко неоднородной структуры пространства биосферы, глубокого физического отличия участков биосферы, занятых живыми организмами, от ее частей, занятых косной материей. Они, кроме того, не могут допускать абиогенез или занос морфологически единообразных организмов, появление какой-нибудь водоросли или бактерии, из которой эволюционным путем зародились в бесчисленные годы миллионы видов растений и животных. Должен был одновременно появиться сложный комплекс живых форм, развернувшийся затем в современную живую природу.

Особенности пространства, занятого жизнью, особенности «тел» организмов были правильно давно учтены Л. Пастером, но странным образом это величайшее обобщение до сих пор не вошло в научное сознание, не вошло в жизнь.

Жизнь могла создаться только в среде *своеобразной диссимметрии*, отличной от обычной среды биосферы. Под диссимметрией мы понимаем сложное явление, которое иначе рисовалось Л. Пастеру, чем оно рисуется нам. После него оно было углублено П. Кюри, который выставил положение – назову его *принципом Кюри* – огромного теоретического значения. Этот принцип гласит: «Диссимметрия может возникнуть только под влиянием причины, обладающей такой же диссимметрией». Я не могу здесь на этом останавливаться, но из принципа Кюри следует чрезвычайная устойчивость диссимметричной среды или диссимметричного явления в среде, где такая диссимметрия отсутствует³.

Очевидно, могут быть очень различные проявления диссимметрии, и диссимметрия, связанная с явлениями жизни, есть одна из этих многих форм.

Диссимметрией, свойственной жизни, мы будем называть такое свойство пространства или другого связанного с жизнью явления, для которого из элементов симметрии существуют только оси простой симметрии, но эти оси необычны, ибо отсутствует основное их свойство – равенство правых и левых явлений, вокруг них наблюдаемых. Такая диссимметрическая среда резко отличается от кристаллической энантиоморфной среды, тоже характеризующейся только осями простой симметрии. В ней устойчиво или преобладает только одно из антиподных явлений – правое или левое. Кристаллическая же энантиоморфная среда распадается всегда на две одновременно существующие среды, количественно равные, – правую и левую. В диссимметрической среде, характерной для жизни, образуется одна из этих сред – правая или левая или одна из них резко преобладает над другой. Можно математически представить эту диссимметрическую среду как среду симметрическую энантиоморфную, симметрия которой нарушена⁴. В такой диссимметрической среде нет никогда элементов сложной симметрии – ни центра, ни плоскостей симметрии.

Диссимметрия, таким образом, не охватывается учением о симметрии: неравенство правых и левых явлений этому противоречит. С точки зрения учения о симметрии она представляет своеобразное, определенное нарушение симметрии.

Пастер указал, что как в строении своего вещества, так и в своих физиологических проявлениях живые организмы обладают такой же резко выраженной диссимметрией, с преобладанием правых явлений. Правый характер организмов выражается в правом вращении плоскости поляризации света их основных чистых кристаллических соединений, сосредоточенных в яйце или в семени, в правых кристаллических их антиподах при кристаллизации, в усваивании организмами правых антиподов (их поеданием) и в инертном отношении организмов к левым антиподам (их избегании и т. п.).

Я не буду указывать на те важные общие выводы, которые сделал из этого эмпирического обобщения Пастер. Отмечу только, что он правильно указывал – еще до обоснования принципа Кюри, – что самопроизвольное зарож-

дение – абиогенез – возникновение из косной материи могло иметь место только в такой диссимметрической правой среде. Он думал, что в эту сторону надо направить опыты создания живого организма [11].

Он уже отметил – и это оказалось по существу верным до сих пор, – что такой диссимметрией обладают на Земле только живые организмы или в известной степени органогенные тела [2].

Из этого обобщения Пастера – в связи с принципом Реди – следует, что вещество биосферы глубоко разнородно. Одно – живые организмы – диссимметрично в указанной форме и образуется только размножением (т.е. из такого же диссимметричного вещества, согласно принципу Реди и принципу Кюри). Другое – обычная земная материя.

Ни в одной из других геосфер нет вещества, обладающего открытой Пастером диссимметрией.

Граница между этими двумя средами резкая.

После Пастера были открыты еще другие тела, обладающие тем же свойством, – нефти, но нефти в своем генезисе связаны с жизнью [1].

Диссимметрия нефтей – в связи с биогенным их происхождением – заставляет внести поправку в обобщение Пастера. *Должны существовать не только правые, но и левые формы жизни, ибо хотя среди нефтей преобладают правовращающие нефти, но есть нефти и левовращающие.*

Эту поправку в представление Пастера о правом характере диссимметрии жизни можно было внести и прежде, при его жизни, так как давно были известны другие проявления жизненной диссимметрии, которые дают для организмов среди множества правых форм формы левые, например левые неделимые моллюсков (раковины) среди массового преобладания правых – явление, обратившее на себя внимание еще натуралистов XVIII в.

Основным в явлении такой диссимметрии является резкое преобладание одного из антиподов, неравенство правых и левых.

Преобладание правых форм в явлениях жизни выражено обычно резко, но и здесь, например, господствующие белки животных (смеси коллоидов) обладают в подавляющем большинстве случаев левым вращением.

Кроме живых организмов и связанной с ними в своем генезисе нефти, все другие явления биосферы этой диссимметрией не обладают. Ее нет, как показал П. Кюри [23], ни для магнитного, ни для электрического поля⁵.

Человек – не проводя через организмы – создает диссимметрические структуры химическим синтезом. Однако до сих пор ему не удалось создать *диссимметрической* среды, аналогичной той, которая находится внутри организмов. Часто указывают на лучистую среду (поляризованного света), им в лаборатории создаваемую, правую и левую; в этой области идут интереснейшие опыты. Но эта симметрическая среда отлична от среды жизни: в правовращающем поляризованном лучистом поле, например, не могут возникать левые явления, как это имеет место в среде, живым занятой.

Согласно принципу Кюри, деятельность человека является диссимметрической причиной, и создание им диссимметрической среды, отвечающей жизни, явилось бы фактом нормальным.

Вне Земли – в Космосе – есть указания на вероятное нахождение диссимметрических явлений. И уже Л. Пастер искал причины появления диссимметрического явления в Космосе, в явлениях вне планеты.

На вероятное нахождение диссимметрических явлений в Космосе указывает, например, спиральная форма туманностей и некоторых звездных скоплений. Если действительно правые спирали в туманностях резко преобладают, как это видно по многим фотографиям, или же в разных частях Вселенной сосредоточиваются в одних левые, а в других правые спиральные туманности, существование диссимметрических пространств в Космосе окажется больше чем вероятностью. Эта диссимметрия, по-видимому, аналогична той, которая наблюдается в пространстве, занятом жизнью, т.е. обладает энантиоморфными векторами (resp. только осями простой симметрии), причем оба – и правый и левый – могут в ней существовать, но не в равном числе, и правые господствуют чаще⁶.

Возможно, что наша планета, не имея диссимметрических явлений (помимо жизни [2]) в биосфере, но проходя через области Космоса, обладающие этими явлениями, может в той или иной стадии своей истории войти в область правой диссимметрии этого рода, т.е. может стать в условия правого диссимметрического поля, в котором может зародиться жизнь.

Конечно, существование этого поля отнюдь не вызывает зарождения жизни, но его отсутствие этот процесс исключает.

VII

Диссимметрия среды на земной поверхности в момент появления жизни имеет значение только в том случае, если жизнь создана на Земле, а не пришла в нее из космических пространств.

Другое условие, на котором я хочу сейчас остановиться, касается обеих мыслимых форм появления жизни – и ее земного и ее космического происхождения.

Жизнь и все живые организмы являются неразрывной закономерной частью биосферы. Сама биосфера не является случайным образованием – она отвечает определенной форме организованности. Это устойчивая динамическая система, равновесие, установившееся в основных чертах своих с самого своего начала, т.е. с начала или с середины архейской эры, сархеозоя, неизменно действующее в течение 1,5 млрд лет.

В биосфере можно отличить два типа составляющего ее вещества: с одной стороны, косное вещество, а с другой – живое. Косное вещество, состоящее в конце концов из минералов, остается в своих морфологических проявлениях, т.е. по своему химическому составу и физическому состоянию, неизменным. Одни и те же минералы строили его в альгонкской эре и раньше, строят и теперь. Нет новых минералов, появившихся в земной коре в течение геологического времени, если не считать ими созданий человеческой техники⁷.

Иное явление представляет другая составная часть биосферы – живое вещество, вечно, в целом и отдельных своих формах меняющееся в эволюционном процессе. Это живое вещество является носителем свободной энергии в геохимических процессах биосферы, ее активной составной частью. Его неизменные формы, как некоторые виды (однородные живые вещества) радиоларий, неизменные с альгонкской эры, или *Lingula* – с кембрийской, являются исключением. Они существуют в неизменном строении около миллиарда лет. Все остальные за это время коренным образом изменились, эволюциониро-

вали. Живой мир биосферы палеозоя и живой мир биосферы нашего времени резко различны, мир косной материи один и тот же.

Как уже указывалось, жизнь для нас научно известна только как закономерная часть биосферы: жизнь вне биосферы не существует – есть нереальная абстракция.

Говоря о появлении на нашей планете жизни, мы в действительности говорим только об образовании на ней биосферы.

Сохранение неизменной косной материи – минералов -- биосферы может иметь место только при условии, что теснейшим образом с ними связанная в биосфере жизнь в некоторых определенных своих чертах тоже остается неизменной. Она, меняясь по форме составляющих ее тел, должна в среднем эффекте остаться неизменной, как и связанная с ней косная материя, быть неизменной в тех своих проявлениях, которые связаны с образованием минералов: в среднем количественном химическом своем составе и в средней своей массе. Она неизменно должна была составлять одну и ту же определенную долю массы биосферы⁸. Ибо только при этом условии не нарушается химический характер того грандиозного явления, в котором выражается в биосфере химическое действие жизни и которое мы называем *корой выветривания*. Только при этом остаются неизменными по составу и по взаимным соотношениям (парагенезису) в геологическом времени минералы, образующиеся в биосфере, минералы вадозные [1, 3, 4].

Следовательно, с самого начала биосферы жизнь, в нее входящая, должна была быть уже сложным телом, а не однородным веществом, так как без жизни не могла бы создаться кора выветривания (неразрывная часть механизма биосферы), а связанные с этим проявлением жизни *ее биогеохимические функции* по разнообразию и сложности не могут быть одной какой-нибудь видовой формой жизни. Они на всем протяжении геологической истории и по сейчас в окружающей нас природе неизменно распределены между разными формами жизни.

В химической структуре биосферы мы имеем дело с живой природой в целом, а не с отдельными видами. Среди миллионов видов нет ни одного, который мог бы исполнять один все геохимические функции жизни, существующие в биосфере изначально.

Следовательно, изначально морфологический состав живой природы в биосфере должен был быть сложным. Функции жизни в биосфере – *биогеохимические функции* – неизменны в течение геологического времени, и ни одна из них не появилась вновь в ходе геологического времени. Они непрерывно существуют одновременно.

Можно выделить (см. таблицу) геохимические функции жизни в биосфере – *биогеохимические функции биосферы*.

Если принять во внимание чрезвычайно быстрое размножение организмов, те газообразные процессы, которые связаны с выделением газов, в том числе дыхание (один из главных источников CO_2), то химическое значение жизни в биосфере в связи с указанными функциями станет ясным [1, 5, 6, 17].

Оно проявляется еще резче благодаря непрерывному выделению таких чрезвычайно активных в биосфере тел, как свободный кислород, углекислота, вода и сероводород, для которых сейчас известны сотни реакций, связанных с их воздействием на мертвую, инертную составную часть биосферы.

Биогеохимические функции биосферы

<p>1. <i>Газовая функция.</i> Я уже давно и не раз указывал [3, 8] на замечательную черту в строении Земли, что все газы биосферы теснейшим образом связаны с жизнью, создаются биогенным путем и им же изменяются. Хотя можно различить здесь ряд отдельных химических функций, что мною и делается дальше, в общем эффект жизни в газовом режиме биосферы так велик, что всю совокупность газовых реакций живых веществ правильно выделить в единое целое, как самостоятельную функцию, важную часть газового режима планеты: $H_2-O_2-CO_2-CH_4-H_2-NH_3-H_2S$</p>	<p>Все организмы</p>
<p>2. <i>Кислородная функция</i> – образование свободного кислорода (из CO_2 и H_2O, может быть, из нитратов и т.п.)⁹</p>	<p>Хлорофилльные растения</p>
<p>3. <i>Окислительные функции</i> – окисление более бедных кислородом соединений: $FeCO_3$, $MnCO_3$, солей NO_2, дитионатов, H_2S, N_2, S и т.п. Эта реакция, по-видимому, имеет место для всех соединений элементов, способных в биосфере давать несколько стадий кислородных соединений, т.е. для Fe, Mn, S, Cu, N, C, H¹⁰</p>	<p>Бактерии, большей частью автотрофные</p>
<p>4. <i>Кальциевая функция</i> – выделение кальция в виде чистых солей (простых и сложных) – углекислых, щавелевокислых, фосфорнокислых (апатитов) и т.п.</p>	<p>Водоросли (хлорофилльные), бактерии, мхи (хлорофилльные), одноклеточные животные организмы (корненожки, частью радиолярии); позвоночные; водные, главным образом морские, организмы, образующие кальциевые скелеты – (ракообразные, моллюски, иглокожие, кораллы, гидроиды, брахиоподы, мшанки, позвоночные и т.п.)</p>
<p>5. <i>Восстановительная функция</i> (резко выражена для сульфатов) – создание H_2S, FeS_2 и, по-видимому, других сернистых металлов (ZnS, CuS и т.п.)¹¹, частью непосредственно, частью через биогенный H_2S</p>	<p>Бактерии</p>
<p>6. <i>Концентрационная функция</i> – скопление отдельных элементов из их рассеяния в окружающей среде. Это характерно для углерода, основного биоэлемента, и для очень многих других элементов. По мере изучения геохимических процессов значение жизни в этих процессах все увеличивается. Мы имеем здесь ряд отде-</p>	<p>Организмы животные и растительные разных семейств – одноклеточные и многоклеточные</p>

льных видов организмов, в одних из которых в общей массе живого вещества менее обычные элементы составляют больше 1% веса живого организма (например, Si, Fe, K и др.) – кремниевые, железные, калиевые и другие организмы; в других организмах количество указанных элементов больше среднего содержания их в биосфере (организмы данным элементом богаты). Эти явления известны для C, Ca, N, Fe, Mn, Cu, Ba, Sr, J, V, K, Na, Si [16]

7. *Функция разрушения органических соединений* – разложение их с выделением H_2O , CO_2 и N_2
8. *Функция восстановительного разложения органических соединений*, дающая H_2S , CH_4 , H_2 и т.п.
9. *Функция метаболизма и дыхания организмов*, связанная с поглощением O_2 и H_2O , с выделением CO_2 , с миграцией органических элементов

Эту функцию выполняют главным образом бактерии [и грибы]
 Бактерии
 Все организмы

При рассмотрении этой таблицы бросается в глаза:

- 1) что все без исключения геохимические функции живого вещества в биосфере могут быть исполнены простейшими одноклеточными организмами,
- 2) что невозможен организм, который мог бы один исполнить все эти геохимические функции, и
- 3) что в ходе геологического времени происходила смена разных организмов, замещавших друг друга в исполнении данной функции без изменения самой функции.

Лишь со времени выступления в биосфере цивилизованного человечества один организм оказался способным одновременно вызывать разнообразные химические процессы, но он достигает этого разумом и техникой, а не физиологической работой своего организма.

VIII

Вывод о необходимости одновременной чрезвычайно разнообразной геохимической функции в биосфере представителей жизни является основным условием, определяющим характер ее появления.

Каково бы это появление ни было, оно должно было быть представлено сложным телом – не совокупностью неделимых одного вида, а совокупностью многих видов, морфологически принадлежащих к разным резко разделенным классам организмов, или же гипотетической, особой отличной от видов, неизвестной нам формой живого вещества.

Возможность полного осуществления всех геохимических функций организмов в биосфере одноклеточными организмами делает вероятным, что таково было первое появление жизни¹². Ибо мы можем сейчас уже проследить создание эволюционным путем более сложных организмов из более простых

предков. Если бы химический состав простейших организмов, отвечающих геохимическим функциям жизни, был нам известен и мы смогли бы количественно учесть значение в организованности биосферы каждой биогеохимической функции, мы бы имели представление о том химическом составе живого вещества, который неуклонно должен был существовать в биосфере с ее начала и который не может быть изменен во время эволюционного процесса.

Таким образом, первое появление жизни при создании биосферы должно было произойти не в виде появления одного какого-нибудь вида организма, а в виде их совокупности, отвечающей геохимическим функциям жизни. Должны были сразу появиться биоценозы.

При допущении абиогенеза на Земле (при сохранении принципа Реди, т.е. в условиях, указанных выше) путем абиогенеза или должна была создаваться сразу совокупность одноклеточных организмов разных биогеохимических функций, или, начавшись с одной простейшей формы, ее раздробление на формы разных геохимических функций должно было произойти нам неизвестным путем чрезвычайно быстро – вне эволюционного порядка.

Дело в том, что *эволюционный процесс*, какую бы форму его мы ни взяли, *всегда идет уже внутри биосферы, т.е. в живой природе*. Логически заключать отсюда об *изменениях форм организмов* путем эволюции вне живой природы, как это часто делают, будет логической ошибкой, недопустимой экстраполяцией.

Все без исключения теории эволюции рассматривают идущий процесс в пределах существующей живой природы. Это ясно для дарвинизма и связанных с ним представлений. Борьба за существование – положение Мальтуса, внесенное Уоллесом и Дарвином в их построения, – или идея солидарности (Кесслер, Кропоткин) одинаково допускают изменение видовых форм только в пределах и при участии комплексов живых существ.

Но больше того, течения, исходящие от Жоффруа Сент-Илера и Ламарка, придают огромное значение изменению среды, т.е. биосферы, для изменения видов. Ибо в биосфере изменяются главным образом живое вещество и все процессы, с ним связанные. Остов косной материи – вне биогенной ее части – остается сравнительно неизменным. Это касается не только твердых, но и жидких и газообразных соединений.

Это касается и таких представлений, как недавно предложенная И. Вальтером [18] гипотеза об изменении морской жизни в связи с изменением в ходе геологического времени физико-химического состава ее среды – воды океана. Главное изменение в воде океана, несомненно, было в ее живой, шире – в ее биогенной части. Я оставляю в стороне вопрос о том, насколько идеи Вальтера правильны и можно ли говорить об изменении состава моря в едином, определенном направлении в ходе геологического времени, например в форме увеличения концентрации состава морской воды, как это допускает Вальтер. Факты этого не указывают. Но известное изменение – колебание состава – в таком сложном равновесии, какое представляет морская вода, конечно, должно было быть, раз самая активная ее часть – морская жизнь – неизменно и непрерывно менялась.

Во всяком случае, все эти изменения, следовательно и процесс эволюции, не могут быть прилагаемы к тому первичному разнородному живому

веществу, которое, принесенное из космических пространств или же созданное абиогенезом вне биосферы, тогда не существовавшей, впервые сделало возможным самый процесс эволюции видов.

Поэтому же оба представления – и монофилитическое и полифилитическое – могут быть в эволюционных построениях, хотя второе как будто больше отвечает указанным здесь возможностям.

Исходное первичное живое вещество должно было изменяться вне тех законов эволюции, которые мы выводим из изучения морфологических форм, создавшихся в пределах живого вещества. Вероятно, основным фактором такого изменения являлись геохимические функции жизни.

Это был бы, должно быть, комплекс одноклеточных и бактериальных форм.

Одним из важных свойств такого комплекса является чрезвычайная быстрота размножения. Величина v – скорость передачи жизни [5. С. 41] – достигает здесь тысяч и десятков тысяч сантиметров в секунду: в немного дней жизнь могла охватить всю поверхность планеты, образовать биосферу и дать начало процессу эволюции и его закономерностям, связанному с взаимодействием – в пределах биосферы – органических форм.

Создание биосферы – ее начало – было и моментом начала процесса эволюции, создания этим путем морфологически различных наследственных рядов.

IX

По-видимому, сейчас можно сделать попытку установить, в какое геологическое время могло это произойти, т.е. когда образовалась биосфера.

В геологических науках сейчас идет интенсивная работа мысли – пересматриваются и создаются основные понятия и понимания.

Среди таких основных геологических проблем две выходят из круга обычных геологических явлений, в том числе и из области столь захватывающих сейчас геологическую мысль больших проблем тектоники.

Эти два вопроса – вопрос об образовании Луны и вопрос об образовании Тихого океана или, вернее, образовании своеобразной диссимметрии в строении земной коры. Эта диссимметрия открывается нам все глубже и глубже по мере того, как мы углубляемся в изучение современных и прошлых явлений. Диссимметрия земной коры выражается на земной поверхности в различном распределении суши и моря и в том, что это поверхностное распределение действительности теснейшим образом связано с глубоким строением земной коры. Для значительной преобладающей части океана под ним отсутствуют земные оболочки: стратосфера, метаморфическая и значительная часть оболочки гранитной. Больше того, диссимметрия передается и в тропосферу [1,4].

Диссимметрия земной коры может получить объяснение, если связать ее с образованием Луны из Земли, допустить, что она произошла в это исключительное и единственное, величайшее по силе потрясение, которое пережила наша планета.

Если я решаюсь конкретно касаться этой космогонической гипотезы, переходящей сейчас в научную теорию, то делаю это потому, что она сейчас конкретно входит в область научных явлений и может быть проверена.

До сих пор она оставалась почти вне геологической мысли. Сейчас, мне кажется, геолог не может ее оставлять без внимания. Ибо, во-первых, такое представление об истории Земли и Луны единственное, выдерживающее критику сейчас, в новом подъеме космогонической работы, переживаемом нами [19. С. 398], и во-вторых, те силы, которые для этого принимаются во внимание и которые связаны с приливами и отливами, представляют реальный факт. С ними мы должны считаться и для современных явлений и должны считаться еще более, когда касаемся времени, в которое зарождалась наша планетная система, и в частности система Земля – Луна.

Если Луна образовалась из Земли – из верхней ее части, может ли геолог сейчас оставлять этот факт без внимания, не искать его проявления в изучаемых им явлениях.

Он мог это делать еще недавно, когда казалось, что образование Луны из Земли произошло в далекие, догеологические времена.

Он не может это делать теперь. Ибо древность тех геологических явлений, которые он конкретно изучает, например, в архейской эре, исчисляется количеством лет, порядок которых отвечает той же декаде – 10^9 лет, которая отвечает существованию нашей планетной системы. Возраст самого древнего минерала (архейской эры), измеренный на основании явлений радиоактивности, близок к $2 \cdot 10^9$ лет [20; 21. С. 514]; предельная длительность Солнечной системы $5 \cdot 10^9$ лет [19. С. 398]. Геолог сейчас изучает явления, которые много древнее тех пегматитовых жил, древнейший возраст которых ему известен. Луна отделилась от Земли не в самом начале создания Солнечной системы. Время ее образования – отрыва от Земли – входит, таким образом, в пределы геологического времени. Геолог не может не считаться с этим фактом.

Но сверх того уже и астрономы пытаются связать время образования Луны с геологическим временем, с геологическими процессами. Развивая дальше и уточняя основные в этой области работы Д. Дарвина [22], Р. Швиннер [15], приняв во внимание наряду с приливной волной явление дрожания планеты и явление резонанса, связал отрыв Луны с ходом геологической истории – с периодами усиления тектонических процессов в частности¹³. Два вывода Р. Швиннера обращают сейчас на себя наше внимание. Во-первых, Швиннер устанавливает возможность, что выделение Луны могло произойти в лаврентьевскую эпоху и что изучение пород этой эпохи как будто дает возможность отличить их от других архейских отложений. И во-вторых, он делает чрезвычайно вероятным, что после отрыва Луны быстро установились те же самые, в общем неизменные климатические условия, которые существуют и ныне на земной поверхности и определяют непрерывное существование на ней жизни. Другими словами, с этого времени образовалась биосфера.

Исходя из такого образования биосферы, неизменной в основных чертах после величайшего потрясения, пережитого нашей планетой, оказывается возможным предположить, что как раз в это время на нашей планете могли некоторое время существовать условия диссимметрии, характерной для жизни. Ибо отделение Луны было связано со спиральным – вихревым – движением земного вещества (должно быть, правым), вторично не повторявшимся. Одно из условий – диссимметрическая причина, необходимая согласно принципу Кюри, могла в это время существовать на поверхности нашей планеты. Одно из условий абиогенеза могло иметь место.

Начало биосферы (и появление жизни), создание Тихоокеанской впадины (и диссимметрия земной коры) и образование земного спутника совпадают как события геологически одновременные и генетически, возможно, связанные [4].

Х

Все такого рода предположения имеют значение в науке, во-первых, только тогда, когда они могут быть научно проверяемы, когда они ставят проблемы, которые доступны научной проверке, и во-вторых, когда они одновременно с этим ставят в связь явления, которые раньше могли казаться случайными и независимыми.

Это мы и имеем в данном случае. Ибо ставится проблема изучения пород лаврентьевской системы с точки зрения проявления в них процессов выветривания. Процессы метаморфизма должны в них быть отличными, так как исходные тела были иные, чем для верхнеархейских слоев, например [9]. Получается зависимость между всеми тектонически активными периодами в истории Земли, являющимися периодами затухания исходного потрясения – образования земного спутника из земного вещества (вначале в форме двойной звезды). Объем Тихоокеанской впадины, меньший, чем объем Луны, не противоречит такому генезису, так как это явление одного порядка (объем Луны около $5 \cdot 10^9$ км³, объем Тихого океана $1,3 \cdot 10^9$ км³).

Дальнейшее геологическое изучение покажет, насколько представление единовременности создания биосферы (появления жизни абиогенезом или извне и начала процесса эволюции видов), образования Тихого океана (диссимметрии земной коры) и создания Луны соответствует действительности, есть начало той планеты, которую мы изучаем и основные черты которой с тех пор недвижны. Так же недвижны, как недвижны механизмы Солнечной и звездных систем, т.е. недвижны в пределах, в которых научно работает сейчас человеческая мысль.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский В.И. Очерки геохимии. Л., 1934. 380 с.
2. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии. I. Значение биохимии для познания биосферы. Л., 1934. 47 с.
3. Вернадский В.И. История минералов земной коры. Т. II. История природных вод. Ч. 1. Л. 1933. Вып. 1. 202 с.; 1934. Вып. 2. 202 с.; 1936. Вып. 3. С. 403–562.
4. Вернадский В.И. История минералов земной коры. Т. II. История природных вод. Ч. I. Л., 1934. Вып. 2. 202 с.
5. Вернадский В.И. Биосфера. Л., 1926. 146 с.
6. Vernadsky W. La Biosphere. P., 1929. 232 p.
7. Вернадский В.И. Опыт описательной минералогии. I. СПб., 1908 – 1914. Вып. 1–5. 840 с.; П. Пг., 1918–1922. Вып. 1 – 2. 264 с.
8. Вернадский В.И. Очерки и речи. Пг., 1922. Вып. 1. 159 с.
9. Вернадский В.И. О некоторых очередных проблемах радиогеологии //Изв. АН СССР. 1935. № 1. С. 1–18.
10. Gilbert D. Die Naturwissenschaften. B., 1930. 18. S. 959.
11. Pasteur L. Oeuvres. 1. 11. P., 1922. P. 622 (1858).
12. Вернадский В.И. Начало и вечность жизни. Пг., 1922. 58 с.
13. Arrhenius S. Ztschr. f. physik // Chemie. 130, 5. 516. 1927.
14. Vernadsky W. Les isotopes et les organismes vivants // C.r. Ac. Sc. P. 192, 1931, p. 131–133.
15. Schweinner R. Mitteil. d. geolog. Gesellsch. Wien. 1928, XIX, s. 140.

- 16 Vernadsky W. La composition chimique de la matière vivante et la chimie de l'écorce terrestre, Revue générale des Sciences. P. 1923, N 2, p. 42–51.
17. Самойлов Я.В. Биолиты. Л., 1929.
18. Walther J. Leopoldina. Berichte d. Ksr. Leopold. Dtsch. Acad. d. Naturforsch. z. Halle. V. 1929, s. 34.
19. Jeans J. // Astronomy a. Cosmogony. C. 1928. P. 398.
20. Jahn O. Die Naturwissenschaften, 1930.
21. Hevesy // G. v. Science, 172, 1930, N 4. P. 154.
22. Darwin C. Tides L. 1898.
23. Curie M. Pierre Curie. P., 1924.
24. Curie P. Oeuvres. P., 1908.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Нельзя здесь не вспомнить ученых, на работах которых принцип Реди в основе зиждется, – самого Ф. Реди в XVII в., А. Валлисниери в XVII–XVIII вв., Л. Спалланцани и русского (“Russo-Ukrainus”) экспериментатора М.М. Тереховского в XVIII в., Л. Пастера в XIX в.

² Так, возможно, что для организмов (а следовательно, и для самозарождения жизни) необходимы химические элементы с иным атомным весом, т.е. с иной изотопической смесью, чем обычные. Проблема эта поставлена мною в 1926 г. [14. С. 131; см. С. 214 и сл.]. Возможен и особый тип симметрии атомного поля в химических соединениях организмов.

³ В среде обычной диссимметрическое явление, как ей чуждое, может длиться неопределенно долгое время, так как оно может быть уничтожено без уничтожения среды, в которой находится, только причиной, обладающей такой же диссимметрией.

⁴ Принимая представление П. Кюри о диссимметрии как о состоянии пространства (см. [23]), мы должны признать, что, очевидно, существует резкое различие, самое коренное, нами мыслимое, между состоянием пространства нашей планеты и состоянием пространства, занятого живыми организмами. Представление о нарушении энантиоморфного симметрического пространства при создании явления диссимметрии, очевидно, не предполагает реального явления – нарушения симметрии, а есть схема, образное выражение. По-видимому, в диссимметрии, характерной для жизни, в отличие от правых и левых антиподов (сред) симметрически энантиоморфных явлений наблюдается среда, в которой оба антипода могут наблюдаться, но в резко разных соотношениях.

⁵ Возможно – в пределах нам известного – их образование в отраженных излучениях (например, световых лучей от водных поверхностей), частью эллиптически поляризованных. Явление не изучено.

⁶ Очевидно, существуют разные типы диссимметрии. Явление это и теоретически не изучено в достаточной степени. Я не могу здесь его касаться и надеюсь вернуться к обсуждению этого явления в другом месте. Отмечу, что «диссимметрия» пространства, охваченного правыми (или левыми) излучениями, например правым натриевым светом, отлична от энантиоморфной диссимметрии жизни, ибо в ней невозможны левые энантиоморфные явления. При точном употреблении терминов эти энантиоморфные среды должны быть отделены от диссимметрии: симметрия здесь не нарушена.

⁷ Косная материя биосферы начинает резко меняться с появлением цивилизованного человечества. Появляются новые, небывалые в ней тела (например, металлический алюминий и его сплавы), и меняются их количества (например, резкое увеличение количества металлических железа или меди). Процесс изменения идет со все увеличивающимся темпом. О значении человека см. [1, 7, 8;]. В меньшей степени влияние жизни сказывалось и раньше в биогенных минералах.

⁸ Очевидно, все время вопрос идет о сохранении неизменных средних в том равновесии, каким является биосфера. Числовые колебания состава и массы живого вещества около неизменного среднего должны непрерывно наблюдаться. Дальнейшее изучение может указать нам, действительно ли среднее так неподвижно, как это сейчас кажется.

⁹ Все другие синтезы свободного кислорода в биосфере отходят на второй план.

¹⁰ Сверх того возможно для P, V, O, Ni, Co, As, Sb, Pi, J, Bi, U, Ti.

¹¹ Для металлических сульфидов очень вероятно.

¹² Если она зародилась на Земле.

¹³ Идеи Дарвина (1877–1879) первым связал с геологическим строением, с образованием Тихого океана американский астроном Г. Пиккеринг (1907–1924).

БИОСФЕРА И СТРАТОСФЕРА *

Все это время, которое прошло после полета Пикара, ясно показало, что стратосфера, по крайней мере в своей нижней части, до 40 км (до озонового экрана), является частью биосферы. Отсюда вытекает несколько выводов, на которых я кратко хочу здесь остановиться.

Во-первых, биосфера, как это теперь совершенно ясно, не является случайным явлением, а обладает совершенно определенной структурой, которая должна отражаться и на ее части – стратосфере. Вот почему мы не можем упускать из виду при рассмотрении программы работ по стратосфере теснейшую связь ее с биосферой и свойства последней.

Во-вторых, здесь возникает прежде всего, вопрос о том, что, по-видимому, в стратосфере должна проходить *верхняя граница биосферы*, т.е. область жизни нашей планеты. Я беру понимание биосферы не так, как это понимает биология, а так, как это понимается геологией. Мы должны считаться с тем, что биосфера сама является в значительной части продуктом жизни. Точное определение ее границ имеет поэтому особое значение. Изучение стратосферы дает возможность поставить вопрос о верхней границе биосферы. Эта возможность совпадает сейчас с чрезвычайно большим явлением, которое нам приходится переживать в понимании биосферы, ибо сейчас как раз становится вопрос и о *нижней границе биосферы*. За эти последние годы явления, которые впервые были установлены около сорока лет назад (1879–1891) проф. Ф. Штапфом (F.M. Stapff) при прорытии Сен-Готардского тоннеля и были совершенно забыты, а именно нахождение жизни в очень глубоких частях земной коры, далеко за пределами кислородной поверхности, получают реальное обоснование.

В 1926 г. одновременно появились чрезвычайно важные работы, определяющие нижнюю границу биосферы: Е. Бастина в Америке и проф. Н.Г. Ушинского и его лаборатории в Баку. Эти работы показывают, что чрезвычайно глубокие пластовые нефтяные воды переполнены жизнью. Мы имеем здесь новое глубокое проявление жизни. Эти воды входят в область биосферы. Связанное с этим открытие бактериальной флоры в нефтях заставляет эту границу проводить еще ниже, на глубину нескольких (до 3?) километров. Приходится думать, что, вероятно, область биосферы ограничивается высокой температурой внизу (около 100°) и ультрафиолетовыми излучениями наверху, в стратосфере (озоновый экран).

При таком рассмотрении стратосферы мы должны учитывать, что атмосфера Земли не может ограничиваться тропосферой. Она не оканчивается на поверхности геоида, а идет гораздо глубже. Мы должны считаться с существованием *подводной и подземных атмосфер*, которые все тесно и закономерно связаны и являются естественной и нормальной частью биосферы. Так, воздух океана при средней мощности (глубине) океана 3,8 км, а в отдельных местах достигая глубин больше 10 км, является прямым и неразрывным продолжением тропосферы. Эта подводная атмосфера изменена в своем хими-

* Впервые опубликовано в: Труды Всесоюз. конф. по изуч. стратосферы. 31 марта 1934 г. Л.; М., 1935. С. 575–578. В дальнейшем опубликовано в: Избр. соч.: В 5 т. М.: Изд-во АН СССР, 1960, Т. 5. С. 289–291.

ческом составе и подвергается давлениям больше 1000 атмосфер, находясь в связи с тропосферой. Ниже дна океана и ниже поверхности геоида на суше неразрывно связаны друг с другом, с тропосферой и подводной атмосферой, *подземные атмосферы*. Основным свойством всех этих атмосфер, теснейшим образом друг с другом связанных, и с самой тропосферой, является то, что они в значительной массе, в главной их массе, как это ни странно, являются продуктом жизни.

Это кажется нам несомненным по отношению к кислороду, который составляет около 1/5 объема тропосферы и который, дальше разрежаясь, переходит в стратосферу. Это было давно установлено; можно считать, что непрерывно всякая потеря кислорода, который уходит на различного рода химические и биохимические реакции, немедленно восстанавливается жизнью, почти исключительно фотосинтезом зеленых растений. Кислород входит в состав тропосферы и подводной атмосферы и быстро сходит на нет в подземных атмосферах.

Другой источник его, с которым все же надо считаться, явно не является сравнимым по мощности с жизненным фотосинтезом, который создает в тропосфере громадное большинство молекул свободного кислорода. В тропосфере же, но главным образом, может быть, в стратосфере, идет другая, независимая от жизни реакция его синтеза: действие ультрафиолетовых излучений на молекулы воды. Она несравнима по величине с биогенным процессом. Такой синтез кислорода и есть один из вопросов, который надо выяснить при изучении стратосферы.

Так же по массе отходят на второй план и радиохимические разложения, дающие кислород в тропосфере, стратосфере и подземных атмосферах. Кислород тропосферы и стратосферы – биогенный.

Оказывается, что такой же – биогенный – процесс определяет и генезис азота атмосферы. Большая часть (4/5 примерно) атмосферы, а следовательно, и стратосферы – азот; ему приходится приписывать биохимическое происхождение. В 1912 г., когда я впервые углубился в геохимию азота, я допускал возможность того, что в азоте мы видим газ, который идет в значительной мере из наиболее глубокой части земной коры. Накопившийся в течение 22 лет материал заставляет резко менять это представление. Сейчас выяснилось, что история азота в глубинах земной коры иная, чем думалось. Характерно, что свободный азот здесь неустойчив. Он дает аммиачные соединения. Это с одной стороны, а с другой – мы не видим проявлений тех количеств азота, которые бы существовали, если бы в подземные атмосферы проникал свободный азот из земных глубин. Для всех газов, находящихся в растворенном виде в природных водах, существует одно замечательное число, которое выдерживается везде и в водах, и на земной поверхности. Это весовое количество растворенных газов. Оно всегда для суммы газов равно $10^{-3}\%$, т.е. тысячным долям процента веса воды. Если бы азот шел из глубин, мы бы встретились для глубоких вод с увеличением этого процента, но мы встречаемся с уменьшением содержания азота, которое доходит до сотых долей процента ($10^{-5}\%$) без увеличения количества других газов. Выяснившаяся сейчас необходимость понизить нижнюю границу биосферы заставляет считать с тем, что часть подземного азота биогенного происхождения, ибо как в глубо-

ких пластовых водах, так и в нефтях найдены выделяющие свободный азот бактерии.

Целый ряд факторов, таким образом, заставляет учитывать, что в циркуляции свободного азота мы прежде всего должны считаться с биохимическим его генезисом. Свободные кислород и азот стратосферы в известной нам части биогенного происхождения. Они связаны со сложным газовым строением земной коры, которое выражается следующей схемой:

Схема газового строения земной коры

Ионосфера

Озоновый экран

Б и о с ф е р а	Около 40 км Стратосфера $N_2 - O_2$		Б и о с ф е р а
	Тропосфера N_2, O_2, H_2O, CO_2		
	Подводная атмосфера	$CO_2 - N_2 - O_2$ геоида	
	Океан $N_2 - O_2 - CO_2$	N_2, CO_2, H_2O , к низу увеличивается CH_4 Подземные атмосферы $t = 100^\circ C$	

Исходя из этих соображений, желательно, чтобы при выработке программы наблюдений стратосферы было обращено внимание на три явления: 1) чрезвычайно важно выяснить количественный материальный обмен газов между тропосферой и стратосферой, выяснить, насколько и как быстро вещество стратосферы попадает в тропосферу и обратно; 2) выяснить количество молекул кислорода, массу кислорода, которые могут образоваться в стратосфере в результате разложения молекул воды ультрафиолетовыми излучениями; 3) точно количественно изучить нахождение воды в стратосфере. Наконец, было бы желательно, чтобы было обращено внимание, помимо озона, и на нахождение перекиси водорода в стратосфере. Тела эти, несмотря на вероятное их значение, до сих пор не обращают на себя должного внимания в геологических и геофизических исследованиях.

Само собой понятно, что вопрос о нахождении жизни – живых организмов в стратосфере, поставленный на очередь, имеет большое значение и с точки зрения соотношения стратосферы с биосферой.

О ПРЕДЕЛАХ БИОСФЕРЫ*

1. *Вводные замечания.* В области наук, связанных с атомами, в геохимии и в биогеохимии в частности, необходимо учитывать в текущей научной работе яркую особенность переживаемого момента, связанную с исключительным ростом научного знания в XX в. – времени, когда сложились геохимические представления.

С начала XX в. – в сущности, с открытия Г. Беккерелем в 1896 г. явлений радиоактивности – научная мысль непрерывно растет с небывалой в истории культуры широтой, глубиной и интенсивностью. Ее рост характеризует XX столетие в такой мере, в какой никогда это раньше не наблюдалось, так как во все прошлые века, когда создавалась новая наука – в XVII–XVIII вв., одновременно переживалось равноценное по значению творчество философского и религиозного сознания, а в XIX в. – рост философии, до сих пор ощущаемый.

В отличие от прошлых веков творчество философских и религиозных исканий для нашего времени резко отходит на второй план. С каждым годом все резче выступает примат научного творчества, с достижениями которого – в построении миропонимания и в текущей жизни – должны считаться, должны к ним приноравливаться, изменяться и углубляться как философские построения, так и религиозные представления, раньше бывшие и вновь создаваемые.

2. Основным в научном движении является быстрое, все увеличивающееся создание новых, по-существу, научных фактов и связанных с ними новых эмпирических обобщений. Значение этих новых научных дисциплин, новых областей научного знания, крупных и мелких, все создающихся, приводит к примату научного знания, так как и в философском и в религиозном понимании мира эти новые научные области знания не учтены и последствия из них еще не выведены. А между тем они коренным образом, небывалым со времени эпохи создания основ нашего знания – эллинской науки VI–V вв. до н.э., изменяют наше представление о мире. Наука конца XIX в. – 50 лет назад – и наука нашего времени отличаются друг от друга более резко, чем наука 50 лет назад от науки конца XVII в.

Мы не видим сейчас ни малейшего ослабления этого мирового движения научной мысли; наоборот, оно все растет, создает новые области новых фактов, новых явлений. Этим движением давно охвачены науки физические, сейчас захватываются науки геологические и науки биологические – науки о жизни.

3. Здесь процесс только что начинается. Геохимия, биогеохимия в частности, уже и сейчас занимает в этом движении видное место; впереди перед ней огромное будущее.

Одним из характернейших проявлений этого научного движения является то, что научные эмпирические факты, а еще больше научные эмпирические обобщения, научные гипотезы и научные модели мира в ряде случаев получают философское значение, большее, чем это наблюдалось в прошлые

* Опубликовано в: Изв. АН СССР. ОМОН. Сер. геол. 1937. № 1. С. 3–24.

века, в XVI–XVII, когда впервые резко проявился рост современной научной мысли.

Часть области, раньше доступной только философским интуициям и размышлениям, впервые становится доступной точному научному исследованию. И эта область все расширяется. Наука проникает в новые для нее области ведения.

Поэтому многие научные выводы кажутся современникам по своему характеру не научными, а научно-философскими (для науки о природе – натурфилософскими), ибо наука в XX в. научными методами касается таких проблем, к которым вплоть до XIX в. включительно человек мог подходить только философским исканием.

Но это натурфилософские выводы и достижения только по форме, а не по существу.

Они должны оцениваться как научные гипотезы и теории или даже – в ряде случаев – как научные эмпирические обобщения, достоверность которых несравнима (значительно больше) с достоверностью научных теорий и научных гипотез (не говоря о философских представлениях). Для их критики и для их оценки философская методика и философская эрудиция получают второстепенное значение и легко могут приводить к ложным выводам. Как научные достижения они прежде всего и в основном должны и могут быть правильно понимаемы *только* научной критикой и научной оценкой.

В этих новых областях знания ученый может спокойно оставлять без внимания философскую критику его научных достижений и философские выводы из них, так как *все имеющиеся сейчас философские концепции и философские навыки мысли лежат в другой плоскости*, не могут захватить и охватить новые создающиеся и все растущие в своей значимости научные области фактов.

Это должно быть понято, ибо философская мысль XVII–XIX вв. опиралась и развивалась логически и диалектически, исходя из научного материала и научного точного знания XVII–XIX вв., резко в основном отличного от современного. Взрыв научного творчества¹, который мы сейчас переживаем, с каждым годом увеличивает еще больше разлад между всяким философским и быстро растущим научным пониманием окружающего, пока философская мысль и философское понимание действительности не внесут коренных изменений в свои построения. Философия коренным образом должна пересмотреть свои основы, должна охватить научно новое и строиться на новых достижениях научного знания XX в. Должна создаться новая философия. Философская методика и философские концепции прошлых веков – в том числе и XIX – не могут быть без вреда для дела прилагаемы к новым научным областям, раньше XX в. несуществовавшим.

Далеко не просто перевести философию, живую для XIX в., но чуждую XX в., в новое русло, поднять ее на новый уровень. Для этого надо проделать огромную критическую работу, вызвать живую творческую философскую мысль. Мы видим, что и в прошлом только к началу XIX в. были охвачены новой тогда философией основные научные достижения XVII–XVIII вв. Может быть, сейчас еще и нельзя этого сделать для науки XX в., так как научная

¹ Вернадский В.И. // Труды Ком. по ист. Л., 1927. I

мысль, научная методика и научное понимание окружающего находятся во все растущем становлении, идут все дальше, находятся в непрерывном быстром движении и изменении. Размах научной работы XX в. несравним по силе с работой XVII в., создавшего новую философию. Философская мысль нашего времени не может поспеть за научной. А наука меняется даже не годами, а месяцами.

Перелом научного знания, нами переживаемый, так велик, что ни одна из существующих философских систем и философских методик не может охватить сейчас достаточно глубоко и полно новую научную мысль XX в. и ее достижения.

Это и понятно. Ясно, что мы не можем подходить к научной критике и к оценке достижений современной науки, только исходя из знаний и методики науки XIX в. Но точно так же нельзя опираться и на философию, всецело на этих старых, во многом отброшенных представлениях построенную, считаться без очень серьезных оговорок с ее заключениями и с ее оценками научной работы.

4. Совершается в истории человечества великий процесс замены многих основных религиозных и философских построений, в значительной, самой осознанной их части, более точными, для всех обязательными и по внутреннему содержанию и по существу новыми научными представлениями об окружающем.

Этот процесс не может быть остановлен или надолго задержан. Он имеет в себе элементы стихийности природного процесса, на которых я сейчас останавливаться здесь не могу. Он особенно ясен и сознается в изменении религиозных представлений об окружающем. Так или иначе, все великие течения религиозного сознания к этому новому положению вещей, созданному ростом научного знания, приспособляются или изменяются. Менее это сознается в философских построениях и в методике философского мышления. И религия и философия – обе одинаково должны учесть новые научные достижения и к ним должны приспособиться.

Само собой разумеется, наука не может охватить всю область познаваемого. За пределами ей доступного остается всегда огромная область научно непознанного и вновь ею вызывается столь же бесконечная, как и раньше, новая область непознанного¹. Но философия и религия не могут не измениться *по существу* в такие моменты истории человечества, как тот, который нами сейчас переживается. Часть «вечных загадок» разрешена или разрешается, но встают новые, не меньшие и в не меньшем числе. По существу, область временно недоступного точному научному исследованию, охватываемого лишь философским мышлением или религиозными построениями, не уменьшается. Но философия и религия при этом глубоко, коренным образом изменяются под влиянием нового научно созданного понимания мира.

Здесь, конечно, не место на этом останавливаться. Важно лишь отметить, что научная работа в такие эпохи не только резко охватывает области совер-

¹ Я касался этого уже в 1902 г. в моей статье «О научном мировоззрении» (Вопросы философии, М., 1902, 65, 1409). Перепечатано в сборнике моих статей: Очерки и речи. – М.: НХТИ, 1922. Несмотря на то огромное изменение в наших научных представлениях, какое произошло за эти 30 лет, это утверждение остается в силе.

шенно новые по явлениям и фактам, в них научно изучаемым, но захватывает своей работой чуждые ей области, в которых раньше царила только философская (или даже религиозная) мысль.

5. Мне кажется, из всех научных областей современности нигде так ярко и глубоко это не чувствуется, как в биогеохимии, ибо биогеохимия изучает явления жизни; она изучает связь жизненных процессов, с одной стороны, с атомами, с другой, – с изучаемой в атомном аспекте Землей как планетой.

При этом изучении мы должны считаться как с организованностью¹ элементов жизни – *живого вещества* геохимии² *живых организмов*, так и с организованностью неразрывно с организмами связанной среды жизни – биосферы – одной из оболочек планеты.

Выявляемые при этом научные законности философом³, не пережившим того переворота мышления, какой пережил – и переживает – ученый-натуралист, понимаются как натурфилософское построение; он подходит к ним с этой точки зрения. Он не учитывает того нового и небывалого в философии, что сейчас изучается в науке, – нового понимания атома и нового понимания планеты в атомном аспекте.

Атом и планета – ее жизнь и область этой жизни, в своей глубочайшей структуре с ней связанная, – в биогеохимии коренным образом отличны от атома и планеты (в геохимическом аспекте) современной философии. Употребляя те же слова, философ вкладывает в них другое содержание, от которого он не может освободиться в рамках своего мышления. Это содержание отвечает не современной науке, а понятиям, в науке исчезнувшим или исчезающим, – атома и планеты начала XIX в.

Чрезвычайно характерно для философской литературы, что она учитывает почти всегда только изменение, вносимое в научные *теории* (и *гипотезы*), например, в науках физических. Но основное резкое изменение в научной работе XX в., которое связано с конкретной природой, с резким изменением *эмпирического*, физического *материала*, на котором наука строится, ею большей частью оставляется без внимания, совершенно не учитывается. А между тем именно в этом резком изменении понимания конкретной природы, в существовании сейчас совершенно новых огромных областей новых эмпирических фактов, внесенных в научное знание наукой XX в., новых наук заключается самая основная черта науки XX в. Биогеохимия целиком охвачена этими новыми областями новых эмпирических фактов⁴.

Исходя из этого и из того, что в скрытом виде наша философская мысль живет старым, научно пережитым, ее критика теряет значение в тех новых областях знания, с какими сталкивается современный научный исследователь.

Она находится в другой, далекой от *научной* мысли современности плоскости. Противоречия, ею выдвигаемые против геохимии и биогеохимии, в действительности являются философской *иллюзией*, объясняются вышесказанным и могут быть оставлены без рассмотрения.

¹ Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии. 2-е изд. Л., 1935. С. 11.

² Ср.: Вернадский В.И., Очерки геохимии, 4-е изд. Л., 1934. С. 43.

³ Ср.: Вернадский В.И., ИАН, 1933. С. 395.

⁴ Вернадский В.И. Основы геохимии, 4-е изд., Л., 1934.

В этих новых областях знания я могу поэтому спокойно оставить в стороне все выводы, которые исходят из философского их обсуждения. Больше, чем в других областях знания, здесь можно и должно быть от них независимым.

Пока философы не охватят своим анализом и синтезом новых областей новых явлений, открытых и открываемых наукой XX в., и не уточнят и изменят в связи с этим методики своей работы, их критика здесь неизбежно бесплодна и бьет мимо¹. Нельзя вливать новое вино в старые мехи. Их критика часто только мешает, а не помогает научной работе.

6. Биосфера. Понятие биосферы чисто эмпирическое². Оно было создано – в планетном аспекте – в 1875 г. Э. Зюссом, в эпоху его геологической работы над происхождением Альп³, и было введено как заключительная концепция в его «Лик Земли»⁴, столь глубоко повлиявший на геологическую мысль конца XIX – начала XX в. Зюсс правильно оттенил точный, лишенный всяких сторонних, всяких гипотетических допущений фактический характер вводимого им нового понятия. Оно указывало геологическое место явлениям жизни в геологической структуре Земли, причем Зюсс подчеркивал, что в самом характере планеты, в ее геологической истории есть явления, могущие в своем неизбежном ходе разрушить в конце концов жизнь, положить предел ее неуклонно идущему в геологическом времени изменению и приспособлению. Биосфера Зюсса лежала выше его литосферы, так же как выше находится его гидросфера – Всемирный океан.

Жизнь, которую мы научно изучаем, своеобразно, исключительно связана с своеобразием и с судьбами нашей планеты⁵.

Идеи Зюсса, связывающие биосферу, следовательно и жизнь, с геологическими судьбами планеты, никогда не были им более полно и последовательно развиты, но при всей своей кажущейся простоте и самоочевидности несли в себе зародыши всего дальнейшего развития новых геохимических и биогеохимических представлений. В его же геологической работе они не сказались в крупных общениях, не вышли дальше определения геологического «места» области жизни, ее резко *земного* характера⁶.

¹ Достаточно привести следующие, почти нацело лежащие вне философской обработки и философского анализа большие области научных фактов и эмпирических обобщений: правизна и левизна, учение о симметрии, диссимметрия (принцип Кюри), разные законы в разных разрезах мира, изменение геохимических процессов человеческим сознанием (мыслью), биохимические функции в биосфере, принцип Реди, единство жизни в аспекте геологического времени, связь явлений жизни с атомами и их строением, относительная ничтожность проявлений химических элементов в массе вещества Космоса, непрерывность уточнения, углубления и усовершенствования реакций нервной ткани в ходе геологического времени, связанная с усилением влияния жизни на биосферу, и т.д. Я беру здесь не теоретические и гипотетические представления, как теория относительности, учение о квантах, разное проявление причинности в разрезах мира и т.п., а конкретные эмпирические обобщения. Число их быстро увеличивается. Именно это есть характерное явление переживаемого момента в истории науки. Список легко может быть увеличен.

² *Вернадский В.И.*, Биосфера. Л., 1926.

³ *Süss E.* Die Entstehung der Alpen. W., 1875.

⁴ *Süss E.* Das Antlitz der Erde. 111,2, W., L., 1909. P. 740.

⁵ *Süss E.*, Mit.d. Geol. Ges., 2, W., 1909. P. 167.

⁶ *Süss E.*, Mitteil. d. Geol. Gesellsch., 2, W., 1909. P. 148 u.f.

Представления Зюсса о земных оболочках, к числу которых относится и биосфера, вошли благодаря ему в научный обиход геологов конца XIX – начала XX в., но обратили на себя серьезное внимание и были уточнены только в XX в. Успехи геохимии и геофизики положили для них прочное основание¹. Сейчас они находятся в непрерывном изменении благодаря быстрому накоплению новых данных и новому пониманию старых, давно известных явлений.

7. Э. Зюсс оставил в стороне более неопределенные представления о биосфере, которые были связаны с географическим подходом к ее изучению. Жизнь как резко поверхностное явление в области планеты, подверженной прямому действию космических излучений и космических сил, вполне входила в область географических явлений. Современник Э. Зюсса (1832–1914) Ф. Ратцель (1844–1909) в понятии «пространства жизни» (*Lebensraum*) создал аналогичное биосфере представление, но не оттенил теснейшей закономерной связи его и проникающей его жизни с геологической историей планеты².

В сущности, это представление, взятое в географическом аспекте, представление очень старое. Его ярко чувствовал уже Бюффон, а младшие его современники второй половины XVII в. сознавали и неразрывную связь жизни с планетой, геологическую особенность занятой ею области.

Из известной мне литературы наиболее ярко и глубоко высказал это Ф. Вик д'Азир [*F. Vicq. d'. Azyr, 1748–1794 гг.*]³ незадолго до своей смерти.

8. Подход к явлениям жизни с геохимической точки зрения заставил более определенно уточнить понятие биосферы.

Стал вопрос о биосфере как об определенном строении земной оболочке, и о живых организмах как об их совокупности, и о «живом веществе» как об особой форме нахождения химических элементов, выявляющейся в миграциях химических элементов аналогично минералам и горным породам (молекулам и кристаллам), магмам, рассеяниям⁴. В химических или в термодинамических равновесиях живое вещество может быть поставлено наравне с другими формами нахождения химических элементов и подчиняется всецело всем могущим существовать для них физико-химическим законностям⁵.

Биосфера с этой точки зрения будет представлять ту область земной коры, в которой эта форма нахождения химических элементов – живое вещество – только и может иметь проявление.

9. Эта область, геологически определенная, является одной из многих структурных особенностей нашей планеты. Она не может – не должна – рассматриваться как самодовлеющее явление, но должна учитываться в кадре ей

¹ Вернадский В. Очерки геохимии. 4-е изд. Л., 1934. С. 51 и след., здесь дана и литература, см. с. 303; Ферман А. Геохимия. I. 2-е изд. Л., 1934, с. 233 и след.; П. Л., 1934, с. 270 и след., 295 и след.

² Лит. см.: Вернадский В. Проблемы биогеохимии. 1. 2-е изд. Л., 1935, с. 17.

³ Vicq. d'Azur F. *Traité d'anat. et de physiol.* I, P., 1786. P. 6.

⁴ Это представление о биосфере, складывавшееся у меня путем изучения фактов с 1916 г., было в более новой форме изложено мной в 1924 г. в книгах «*La géochimie*» (1924, p. 67) и «Биосфера» (Л., 1926) (по-французски «*La Biosphère*», 1929) см. последнюю сводку: Очерки геохимии. 4-е изд. Л., ГГПИ 1934, с. 53 и след.; Проблемы биогеохимии. 1,2-е изд. Л., 1935, с. 19; Биогеохимические очерки, М., 1937.

⁵ Вернадский В. Очерки геохимии, 4-е изд. Л., 1934, с. 56–58.

аналогичных геологических структур – оболочек земной коры. От оболочек земной коры, от генетически в известной степени с нею связанных геосфер она не может быть при научном изучении оторвана¹.

Я оставляю здесь в стороне геосферы, а останавлиюсь только на земных оболочках, охватывающих иногда ряд геосфер². Но биосфера отличается от всех оболочек земной коры тем, что только в ней находится живое вещество, энергия которого теснейшим образом связана с космической энергией, попадающей на планету извне, из чуждых ей просторов. Ибо в биосфере же наряду с жизнью, мы наблюдаем максимальную на планете концентрацию проявления космической энергии Солнца, загадочных космических излучений и привходящего в планету космического вещества³.

10. Строение верхней части нашей планеты – земной коры, состоящей из концентрических оболочек, является эмпирическим обобщением⁴, несомненным фактом, но до сих пор не имеющим ни одного научного объяснения, позволяющего, опираясь на него, систематически работать в этой области⁵.

Очевидно, это – преходящее положение, которое может быть преодолено только дальнейшим установлением новых фактов, внимательным, эмпирическим, научно точным их накоплением. Другого пути нет. Среди этих фактов откроются такие, которые или вскроют эту загадку, или дадут возможность построить по крайней мере рабочую научную гипотезу. Я вернусь ниже (§ 27) к этому явлению.

Мы видим, что изменение, которое вносится работами последних лет, заключается в том, что две оболочки – стратосфера и стратисфера – должны быть включены в биосферу, так как в них ясно существование и геологическое проявление живого вещества⁶.

11. Живое вещество и космические привносы, резко отличающие биосферу от других земных оболочек, отнюдь не являются формами энергии и вещества, проникающими ее «случайно», т.е. без научно выявляемой причинной связи с находящимися в ней другими формами вещества и энергии. Наоборот, биосфера имеет определенное научно выявляемое и выражаемое строение, точное определение которого является сейчас основной научной задачей дня в геологии.

Это строение, закономерно создающееся в ходе времени, резко отличается от механизма хотя бы потому, что оно постоянно создает новое, никогда не возвращается, по-существу, к прежнему состоянию: совпадения даже в основном (если мы будем точно наблюдать) с былым его состоянием никогда не наблюдается; сходство всегда только приближенное. Вследствие этого я счел необходимым выразить структуру биосферы, а следовательно, и других оболочек земной коры, новым понятием – *организованностью*⁷, исходя из

¹ Вернадский В., *Op.cit.*, 1934, с. 61. Эта схема требует теперь поправки, которая вносится в этой статье. Ср.: *Op.cit.*, 1934, с. 355.

² О геосфере и земной оболочке см. мои «Очерки геохимии» (1934, указатель). Ср.: Ферсман А. Геохимия, 2-е изд. Л., 1934; П. Л., 1934, указ.

³ Вернадский В. *Мироведение*. 1932, № 5, с. 32. Ср.: Ферсман А., Геохимия, I, 2-е изд.

⁴ О понятии эмпирического обобщения см. Вернадский В., *Биосфера*. Л., 1926, с. 19.

⁵ Ср. обзор попыток: Ферсман Л. Геохимия. 1, 2-е изд. Л., 1934. С. 284 и след.

⁶ Ср.: Ферсман А. *Природа*. Л., 1935, № 9, с. 27.

⁷ Вернадский В. *Проблемы биогеохимии*. М.: Изд-во АН СССР, 1934, с. 11 и след.

того, что мы изучаем в ней процессы, закономерно связанные с воздействием на окружающую природу живых организмов, особенности строения которых глубоко сказываются и в играющих первостепенную роль в строении земной коры биогенных минералах и горных породах.

Проявлением организованности, а не механизма будут и те выяснившиеся недавно пределы биосферы, о которых идет речь в этой статье.

12. Верхняя граница биосферы. Обращаясь к строению биосферы, надо прежде всего отметить, что за последние годы выяснились ее верхний и ее нижний пределы иначе, чем мы это раньше думали. Этим получают отсутствовавшая раньше определенность в пространстве, отвечающем биосфере. Отсюда открывается ряд возможностей, о которых ниже (§ 19).

Прежде всего необходимо отметить, что и в геологической истории мы имеем ясные указания на то, что биосфера в ходе времени увеличивается в отвечающем ей объеме¹.

Биосфера не есть нечто неподвижное, как это и следует ожидать из того характера ее структуры, который выражается понятием организованности, непрерывно колеблющейся и изменяющейся. Это проявляется в расширении области жизни, т.е. биосферы, в геологическое время. Вырабатываются организмы, которые, приспособляясь к условиям безжизненных областей, их заселяют: процесс расширения быстро идет в ходе геологического времени. Едва ли есть сколько-нибудь значительные области на земной поверхности и в водных бассейнах, на ней находящихся, которые бы не были заняты жизнью, нередко в форме чрезвычайно своеобразно приспособившихся, чрезвычайно специальных организмов. Всюдность² жизни есть характерная черта строения биосферы, во всяком случае, той ее части, которая соприкасается с тропосферой. Эту оговорку приходится сейчас внести ввиду открытия последних лет – значения подземной жизни, которое нами еще недавно достаточно не учитывалось (§ 17 и след).

Мне кажется неизбежным поставить сейчас конкретно вопрос о геологической истории заселения теперешней биосферы, постепенного выявления форм жизни, специально приспособившихся к исключительным условиям обитания. Возможно, что в морских глубинах есть еще области, не занятые жизнью, и медленно в геологическом времени ею занимаемые. Образцов жизни глубже 6 км мы еще не имеем.

13. Мы переживаем сейчас проникновение жизни в лице человека в новую область – расширение пространства биосферы благодаря захвату человеком стратосферы. Как глубоко и далеко пойдет этот захват, мы не знаем и не можем даже учитывать. До ионосферы еще далеко, и, по-видимому, тепловые условия верхних частей стратосферы менее благоприятны для жизни, чем ее нижняя граница. Во всяком случае, ясно, что начавшийся захват стратосферы, в общем, может быть, мало отражающийся на ее просторах, есть начало большого явления. Оно не остановится. Надо при этом учитывать одну характерную черту проникновения в безжизненную среду любого организма, человека в особенности. Живое вещество (совокупность организмов) никогда не находится на Земле в морфологически чистой форме, как совокупность

¹ Вернадский В. Биосфера. Л., 1926, с. 112 и след.

² Ср. об этом: Вернадский В. Очерки геохимии. I, 4-е изд., 1934, с. 173 и след.

неделимых одного вида (как «однородное живое вещество»). Проникновение жизни всегда несет с собой своеобразный биоценоз.

Самостоятельно и глубоко мыслящий, интересный американский натуралист А. Кларк, принимая во внимание только крупные, видные простым глазом организмы, указал¹, что от всякого расширения людьми средств передвижения насекомые выигрывают больше людей и захватывают все большую массу земного вещества. Он даже ставит, как возможный исход в будущем, век насекомых, который заменит век человека. Как бы то ни было, несомненно, что в стратосферу проникнут с человеком и насекомые, и многочисленные представители мира микроскопических существ и микробов.

14. Но вместе с тем новые работы указывают, что мы имеем в стратосфере условия, которые не допускают существования в ней постоянной жизни в тех исключительных условиях, в которых находится человек в стратостате. Возможно, что в нижних частях стратосферы на некоторой высоте (может быть, временами) отсутствует одно из соединений, *абсолютно* необходимых для жизни, – *вода*. Дело в том, что первый химический анализ, сделанный у нас после полета стратостата «СССР», не дал ни *следов* воды². Он был взят с высоты 16,5 км 30 сентября 1933 г. Нахождение воды устанавливалось по появлению росы на зеркале, охлаждаемом жидким воздухом, т.е. самым чувствительным из известных методов. Едва ли можно сомневаться в ее отсутствии в этом случае. Однако сейчас приходится этот вопрос ставить вновь. В 1935 г. появился ряд статей А. Лепапа и Ж. Коланжа³, которые подбирали материал в течение нескольких лет, но опубликовали его только после появления данных проникновения в стратосферу Прокофьева.

Они анализировали воздух с высот от 9 до 16,8 км и всюду находили воду, которая находилась в состоянии пересыщенности для температуры воздуха, который изучался (*très largement sursaturante*).

15. Это противоречие должно было выясниться при новом поднятии в стратосферу в нашей стране в 1935 г., в котором пробы воздуха брались под руководством физика А.Б. Вериги. Анализы еще не опубликованы. К сожалению, все баллоны воздуха при исследовании в Радиевом институте оказались негодными для анализа.

Мы имеем сейчас восемь поднятий, в которых Лепап и Коланж нашли воду, и одно, в котором (Прокофьев, Годунов, Бирнбаум, Черепенников) она не найдена. Резкая разница между этими анализами, которым нет основания не верить, увеличивается еще тем, что Лепап и Коланж нашли во всех анализах (12) большее количество CO_2 , чем в каком она содержится в тропосфере, – факт, если он подтвердится, имеющий огромный научный интерес. Количество углекислоты (в объемных процентах) достигает 0,13% вместо среднего в тропосфере 0,03%. Анализ Черепенникова не указал и CO_2 , которая должна была бы при его методике проявиться. Данные анализа Лепапа и Коланжа не дают – в опубликованной форме – возможности судить, насколько

¹ Clark A. The Scientific Monthly, 24, L., 1927, p. 548.

² Prokofieff J., Godunov and Birubaum, Nature, 1934, 133, p. 918; Черепенников А. Природные газы, Л., 1934 № 8.

³ Lepape A., Colange G., C.R. 200, P. 1935, p. 1340, 1872, 2108.

правильно взяты пробы и насколько правильно изготовлены сосуды для взятия проб воздуха¹.

16. Мы стоим теперь в ожидании решения. Оно, очевидно, скоро будет. Неважен уже и самый факт возможности искать в стратосфере реальной границы биосферы, создаваемой возможным отсутствием воды, – методологически он очень важен. Этого никак нельзя было ожидать из ранее известного².

Есть ли это постоянное или временное явление, подлежит изучению. Но уже одновременное существование абсолютно сухого – безводного – слоя в воздухе является не охватываемой жизнью (во всех ее формах) гранью. Этот слой может, конечно, быстро проходиться живыми организмами, и особенно латентными формами жизни (зерна, споры), но длительно существовать (останавливаться) в этом слое жизнь не может. Эту часть стратосферы можно, исходя из этого, считать границей биосферы, определяемой строением планеты. Граница стратосферы не есть постоянная и неподвижная величина; она, по-видимому, является колеблющейся, но пока мы дальше этого идти не можем, но мы можем количественно определить пределы колебаний.

Правильности, характеризующие строение земной коры, возможно, отвечают существованию вечно изменяющейся в определенных пределах, но в среднем устойчивой организованности, существованию для нее верхней границы – безводного слоя очень разреженных холодных газов (до – 100°?).

17. *Нижняя граница биосферы.* Для нижней части биосферы – подземной ее части – мы, по-видимому, имеем тоже определенную грань.

Если с некоторой долей точности можно рассматривать поверхность биосферы (на суше и на островах) покрытой сплошной пленкой жизни, учитывая почву, область выветривания и всюдность поверхностной жизни, и если то же самое можно допустить для океана и для водных бассейнов, учитывая планктон, сгущения жизни и жизнь в иловых водах³, то эта возможность исчезает при углублении в земную кору за пределы поверхности суши и дна водоемов.

Еще недавно почти не возбуждало сомнений предположение, что жизнь теснейшим образом связана с тропосферой и что подземная жизнь (понимая под этим и поддонную жизнь) может существовать там, где может быть приток воздуха с поверхности, т.е. что жизнь может существовать в подземной тропосфере, более или менее прямая связь которой с тропосферой временно или постоянно существует. Старое представление Дюма и Буссенго о жизни как приатмосферной (1844)⁴, при этом сохранялось неизменным и этому не противоречило. Можно, следовательно, было считать, что жизнь во всех случаях, когда такая связь устанавливается (новые трещины при землетрясениях, рудные разработки, бурение и т.п.), проникает в новые девственные для ее места. Жизнь находится во всех областях подземных пещер (например, в

¹ А. Черепенников не считает опыты Лепана и Коланжа решающими. Подготовка баллонов в их опытах делалась до давления 10^{-2} *mm*, в баллонах Прокофьева – до 10^{-5} *mm* давления. А.А. Черепенников (9/VIII 1935) в письме ко мне считает советские определения более надежными.

² См.: Вернадский В. История природных вод. I. Л., 1933.

³ См.: Вернадский В. Проблемы биогеохимии. I, 2-е изд. Л., 1935.

⁴ *Dumas et Boussingault J. Essai de statique chim. des êtres organisés*, 3, éd. P., 1844, p. 45–46.

карстовых областях и т.д.), где она идет вглубь больше километра от земной поверхности по вертикали. Она заселяет здесь и воды и попадает с поверхности в воды подземные – верховодки – и даже в воды напорные¹. Область выше кислородной поверхности переполнена жизнью. Мы знаем, что формы жизни в этих лишенных света областях новые, следовательно, жизнь к ним приспособилась и в ходе геологического времени выработались новые ее виды.

К сожалению, большое природное явление – *подземная тропосфера* – до сих пор мало изучено. Оно гораздо больше, чем это сейчас в науке признано. До сих пор не сведены и не обобщены многочисленные разбросанные в литературе данные о ее проявлениях. Одной из очередных работ в геохимии является их критическая сводка.

18. Казалось, можно было принять, что нижние границы биосферы совпадают с кислородной поверхностью в земной коре, т.е. с нижней границей существования *свободного кислорода*².

Мы знаем, что главная масса свободного кислорода создается на земной поверхности биохимически, деятельностью зеленых растений, – его чисто фотохимическое создание (главным образом распадом молекул воды) отходит на второй план. Даже когда допускалось существование анаэробной жизни, предполагалось, что подземная жизнь является несравнимым с наземной жизнью по геологическому значению биогеохимическим процессом.

Эти процессы – вне неизбежной связи с подземной тропосферой, присутствие свободного кислорода для которой является характерным, – были оставляемы без внимания.

Казалось, что жизнь прекращается далеко от той предельной границы, которая, во всяком случае, для нее существует. Ясно было, что температурная граница области в $+100^{\circ}$ или около этого является непроходимым пределом жизни – ее предельной границей. Но это было представление абстрактное, схематическое, оживляющих его фактов не было, или они не обращали на себя внимания, хотя и были.

19. Научные открытия последних лет заставляют резко и коренным образом менять наши представления. Открываются негаданные – вероятно, геологически вечные – биогеохимические процессы, не связанные с тропосферой, развитые в стратисфере, в области осадочных пород, которые могут быть правильно охарактеризованы как явления *подземного выветривания или биогенного метаморфизма* и которые, мне думается, играют огромную роль в химии земной коры, главным образом в создании природных газов и биогенных пород, каустобиолитов прежде всего. Они вместе с тем дают новые формы сгущения жизни в биосфере³, заставляют включить в ее состав, вероятно, всю стратисферу.

Можно уже сейчас говорить о подземных сгущениях жизни. Значение живого вещества в геохимических процессах и роль биогеохимической энергии

¹ Об этих терминах см.: Вернадский В. История минералов земной коры. П. Л., 1933–1936.

² Вернадский В. Op. cit., 1908–1914, с. 130, 635; История минералов земной коры. I. Л., 1927, с. 224; II, 1933–1934, стр. 124–125, 233 и след.

³ См.: Вернадский В. Биосфера, Л., 1926, с. 115 и след.

в земной коре чрезвычайно увеличиваются по сравнению с существующими сейчас представлениями.

Нижняя граница биосферы должна лежать выше областей, где господствуют горячие пары воды и температура не спускается ниже 100°, в среднем на глубине между 3 и 4 км от уровня геоида. Только наблюдением можно это выяснить. Едва ли можно сомневаться, что жизнь далеко заходит за 2–3 км.

20. Следующие явления заставляют делать это заключение:

1) нахождение живых анаэробных и аэробных организмов в водах восходящих пластовых и в водах подземных водовместилищ, достигаемых бурением с глубин, исчисляемых многими сотнями метров, сейчас более 1,6 км;

2) нахождение живых организмов в нефтях;

3) биохимическое – в бескислородной среде – образование каустобиолитов – каменных углей, нефтей, битуминозных углей, сапропелитов, многих асфальтов; логически из этого допущения следует, что живые бактерии, давшие начало каустобиолитам, существовали в условиях образования каустобиолитов на глубинах 1–30 км при температурах, превышающих 30–80°, и при давлениях до 1000 атм, а, вероятно, и больше;

4) нахождение живых спор (в латентном состоянии) как в древних осадочных породах, так и в древних каустобиолитах. Это нахождение, которое в ряде случаев констатировано многими микробиологами (Лиске, Лиман и др.), не может считаться общепризнанным и требует дальнейшего исследования и подтверждения. Но оно вполне соответствует той картине подземной жизни, которая начинает перед нами вскрываться.

Заслуживает внимания непрерывно идущая в течение поколений научная работа в этой области, в некоторой ее части во всяком случае.

Среди фантастической, иногда патологической и невежественной литературы всегда находятся предвидения будущего.

Некоторые старые представления, хотя бы частью искавшие опоры в научных фактах и в научном опыте, а не являвшиеся только философскими интуициями, гаданиями или выводами из философских построений, приобретают большее значение, чем это раньше казалось. Таковы представления Бюффона XVIII в. об органических молекулах и Бешана XIX в. о микрозимах¹. Ближайшее будущее сведет в единое целое разрозненно шедшую работу.

21. Из всех этих новых достижений наибольшее значение имеет открытие живых организмов в глубоких водах земной коры, не связанных с ее поверхностью, и в каустобиолитах, биохимически созданных в условиях явным образом вне явлений земной поверхности.

Это открытие вошло в наше понимание после 1926 г., когда независимо и одновременно относящиеся сюда наблюдения были опубликованы для нефтяных буровых вод в Северной Америке раньше всего Бастином и у нас в Союзе, в Баку, в лаборатории Н.Г. Ушинского; оно было развито и углублено в этой лаборатории Т. Гинзбург-Карагачевой².

Но в действительности это открытие было сделано много раньше и странным образом было забыто. Оно было сделано в водах совершенно другого характера во второй половине XIX в. главным геологом С.-Готардского тон-

¹ О Бюффоне см.: *Вернадский Л.* Очерки геохимии, 1934; о Башане – *Ibid.*, с. 329.

² См. литер. указания: *Вернадский В.* Очерки геохимии, 1934, с. 329.

неля, позже проф. геологии Цюрихского университета Ф. Штапфом. Впервые бактериальная флора была им встречена в 1870-х годах при прорытии тоннеля; сперва Штапф¹ допускал проникновение ее сверху (из тропосферы), но в конце концов должен был убедиться в ее глубинном происхождении².

В 1918 г. я отметил эти наблюдения Штапфа и указал, что этот вопрос, имеющий такое большое значение для понимания природных явлений, требует исследования³. Он гораздо важнее, чем тогда мне думалось. Я не решился тогда (1918 г.) основываться на этом единичном наблюдении, но отнес биогенный сероводород вод тоннеля к первичным, не связанным с земной поверхностью. К первичным же отнесен был мной H_2S и нефтяных вод.

Уже сейчас имеется огромный материал наблюдений, который не оставляет сомнения в грандиозности проявления в земной коре жизни подземных вод и их роли в создании газов – процесса, который сам по себе является одним из планетных процессов, недостаточно оцененных в своем значении.

Области зарождения газов – *газогенные области земной коры* – должны сейчас привлечь все наше внимание.

22. Здесь не место дальше входить в обсуждение этих явлений, я вернусь к ним в другом месте, но все же хочу указать, что введение в научный кругозор этого совершенно нового явления – *биогенного метаморфизма* – сразу вскрывает черты организованности биосферы совсем другого рода, чем мы это до сих пор видели.

Среди газов, которые биохимически здесь создаются, пока выяснены N_2 и H_2S ; они выделяются биогеохимической работой анаэробных бактерий, так что можно было бы думать, что глубинная подземная жизнь, связанная с природными газовыми реакциями, ограничена только этого рода специфическими организмами, теряющимися в бесконечном разнообразии живых существ нашей планеты.

Сейчас можно утверждать, что такое заключение преждевременно. Недавно А. Малиянц, Э. Рейнфельд и В. Малышек⁴ открыли богатую флору пурпурных, серных, сероводородных, тионовых, денитрифицирующих бактерий – организмов частично аэробных⁵ – в водах с глубин 1,3–1,6 км. На эти воды обратил внимание (1933 г.) геолог К. Басилов.

Интерес этого открытия заключается не только в том, что показывает сложность жизни глубинных областей, но и ее чрезвычайную приспособляемость к различным своеобразным условиям глубинной биосферы: воды, в которых живут эти бактерии, радиомезоториевые⁶ и должны содержать свободный кислород, радиогенный, создающийся действием α -излучений радия

¹ Stafff F. Zeitschr. d. ges. Naturw., 3, 4, H. 1879, p. 581.

² Stafff F. Les eaux de tounel du St. Gotthard, Alt., 1891, p. 133–134.

³ Вернадский В. Опыт описательной минералогии., II., 1918, стр. 80. Здесь же приведены аналогичные находения H_2S , которые сейчас должны быть понимаемы по-новому.

⁴ Малиянц А., Малышек В. Доклады Акад. наук СССР, Л., 1935; Малышек В., Малиянц А., Рейнфельд Э., Азерб. нефт. хоз-во. Баку, 1935, № 7–8, с. 38 и след.

⁵ Для пурпурных бактерий их аэробность не доказана, но она несомненна для тионовокислых, см.: Малышек В., Малиянц А., Рейнфельд Э., I, с., 1935, с. 41 и след.

⁶ Концентрация Ra и MStHl в этих именно скважинах не определена. Необходимо сделать оп-ределение Ra и MStHl.

и мезотория и продуктов их распада, неизбежно разлагающих определенное количество молекул воды на свободный кислород и свободный водород¹.

Как попали эти аэробные бактерии в эти глубинные воды, неизвестно, возможно, что они живут в них в течение бесчисленных поколений, но неизбежное использование ими радиогенного свободного кислорода, когда он есть, и мощное их развитие должны явиться одним из проявлений организованности этой части биосферы.

23. Эта организованность выявляется и в другом явлении, характерном для глубоких горизонтов пластовых вод нижних частей биосферы. Глубокие пластовые воды и воды надземных водоемов характеризуются присутствием NH_3 (а не N_2), генезис которого является неясным².

Сейчас намечается его объяснение: недавние работы Бассе³ указывают, что при высоком давлении – при ультрадавлениях (больше 1000 кг/см^2) – все реакции, связанные с образованием соединений, молекула которых имеет меньший объем, чем сумма объемов исходных компонентов, чрезвычайно увеличиваются в своем выходе. В частности, простое увеличение давления резко способствует соединению водорода с азотом и образованию NH_3 без всякого участия катализаторов. При давлении 1000 кг/см^2 в смеси H_2 и N_2 получается 3% NH_3 ; при 2000 кг/см^2 – 40% и т.д. В геологических процессах время практически безгранично и 3% могут дать огромный эффект.

Свободный азот находится во всех подземных атмосферах. Свободный водород образуется разложением молекул воды, всюду находящимися α -излучениями, проникающими всю земную материю. Обратная реакция синтеза молекул воды не может происходить, когда живые организмы немедленно поглощают образующийся кислород: мы видим здесь характерную черту *организованности*, динамической формы строения биосферы, непрерывно восстанавливающихся, изменяющихся и колеблющихся равновесий. Весьма правдоподобно, что существование подземной жизни, биогенного метаморфизма, является одним из проявлений этих законностей.

Для азота начинает выявляться любопытное равновесие в этой глубокой части биосферы: денитрирующие бактерии разлагают азотистые соединения, может быть, тот же аммиак, и в то же время образование NH_3 , только что указанное, дает питательную среду для мощного развития подземной жизни.

Это только начало огромной области вскрывающихся новых явлений.

Надо, таким образом, признать существование нижней границы биосферы где-то между 3–4 км вниз от уровня геоида.

Вероятно, предел кладется температурой кипения воды. Как и верхняя граница биосферы, нижняя определяется прежде всего свойствами воды. Жизнь есть как бы *l'eau animée* (одухотворенная вода), как ярко в свое время указывал Р. Дюбуа.

¹ Об этих водах литературу и данные см. Вернадский В. Очерки геохимии. Л., 1934, с. 263, 273 и след.; Он же, Les problemes de la radiogéologie, 1935, p. 35 ets.

² Вернадский В. История минералов земной коры. П. Л., 1934, с. 268, 287; главным образом и соленых водах, см.: Вернадский В. Проблемы биогеохимии. I. 2-е изд. Л., 1935, с. 39.

³ Basset J. Bull. Soc. chim. de France, 5 P. 1935, p. 117.

24. Проблема кларков биосферы. Существование определенных пределов биосферы неизбежно указывает, что атомный состав биосферы имеет определенный закономерный состав, так как биосфера отвечает определенному строению земной коры, определенной форме ее организованности¹.

Организованность я называю такие формы строения, законности которых подвижны, колеблются в известных, строго определенных пределах. Они определяются максимумом и минимумом величины какого-нибудь свойства и средним, которое в пределах короткого, например исторического, времени количественно не изменяется или почти не изменяется. В длительном же, геологическом, времени может меняться и среднее и могут перемещаться пределы – максимум и минимум данной черты строения.

Организованность характеризуется динамическими равновесиями, отражающими все явления в среде, в которой эти равновесия существуют. Эти динамические равновесия как внутри организма, так и внутри биосферы обладают одной характерной чертой, которая отличает их от механизма, – в них нет никогда тождественности состояний во времени, создается всегда новое, близкое к прошлому, но не тождественное состояние.

Пределы биосферы являются постоянными величинами, ее характеризующими только в таком смысле. Они постоянны – в первом приближении в пределах исторического времени, меняются, может быть незначительно, в пределах геологического времени. Возможно, что в пределах геологического времени мы имеем дело в некоторых случаях организованности, может быть и в биосфере, с однозначным явлением, например с непрерывным увеличением верхней или нижней границы биосферы.

В таком понимании биосферой будет являться земная оболочка, верхняя граница которой определяется областью, где отсутствуют молекулы воды², – примерно на 20–25 км вверх от уровня геоида, а нижняя областью, где молекулы воды в жидком состоянии существовать не могут, – на глубине между 3–4 км книзу от уровня геоида.

Практически для целого ряда приближенных, но точных исчислений удобно принять за биосферу оболочку мощностью в 20 км выше уровня геоида и 3,8 км ниже его уровня.

25. Я предлагаю как среднее для твердой фазы биосферы 3,8 км, исходя из того факта, что эта величина отвечает средней глубине скоплений ее жидкой фазы – средней глубине Океана.

Реально, как мы знаем, 3,8 км отвечают среднему, слагающемуся из глубин в несколько метров в плоских береговых участках моря и впадин больше 10 км в глубинах Океана, узких «рвов».

Примерно такие же отклонения от идеальной величины могут наблюдаться и для всей мощности твердой фазы биосферы.

Нельзя забывать, что все данные, определяющие земную кору, не являются случайными и не случайность такая средняя глубина Океана (3,8 км) при существовании больших предельных отклонений от средней величины – ничтожных по занимаемому ими пространству.

¹ Вернадский В. Проблемы биогеохимии. I. Л., 1935, с. 11.

² Если подтверждаются первые определения русских исследователей.

Можно допустить, что мощность в 3,4 км (ближе к 4 км) представляет какую-то определенную планетную величину, может быть для суши связанную с преобладанием в ней газовой фазы воды – водяных паров. Можно думать, что на глубине 3,8 км от уровня геоида при диссимметрии земной коры¹ температура будет колебаться в пределах от 124° (при среднем геотермическом градиенте, равном 3°, и средней температуре почвы в 10°) до 100° (при геотермическом градиенте в 2,5° и средней температуры почвы, близкой к 0° – вечная мерзлота)². Диссимметрия выражается резко в биосфере такой мощности тем, что в большей ее части (гидросфера) температура нижней ее границы будет близка к 0° и давление будет близко к 1000 мегабар (а одновременно для растворенных в гидросфере газов едва ли больше 3 мегабар), а в меньшей (кора выветривания) температура будет превышать 100° (кипение воды), а давление будет близко к 3000 мегабар.

Может быть, правильно выбрать для расчетов кларков нижнюю границу биосферы не в 3,8 км, а в 4 км, так как нет никаких точных данных считать среднюю глубину Океана геологически резко неизменной во времени («вечной»)³. Возможно, что жизнь выходит за пределы дна Океана, так как температура должна здесь медленно повышаться с отходом от его уровня. Круглое число в 4 км удобно для расчетов.

В то же время температура кипения водных природных растворов должна быть в условиях солевого состава и давления глубинных вод много выше 100°⁴.

Увеличение нижнего предела биосферы до 4 км увеличит только значение Si, Fe, Al, Mg при геохимических расчетах, и то в незначительной степени.

26. Таблица кларков, названная так А.Е. Ферсманом⁵, определяет средний атомный (элементарный) состав верхней части земной коры в 16 км мощностью. Она отвечает примерно 7% среднего элементарного состава Океана и 93% литосферы, отвечающей кислой массивной породе – гранодиориту⁶.

Я не могу здесь останавливаться на критике таблицы Кларка. Это завело бы далеко в сторону. Она сыграла очень большую роль в геохимии, так как позволила количественно подойти к проверке на природных явлениях многочисленных проблем, связанных с миграциями, с разрежениями и со сгущениями земных атомов в окружающей нас части земной коры.

Самым слабым местом в исчислении кларков является принятая для этого Ф. Кларком мощность «земной коры». 16 км, которые он принял, так же как и другие исчисления, принимающие 20 и больше км⁷, очень условны и не могут быть точно обоснованы.

¹ См. *Вернадский В.* История природных вод. I. Л., 1933, с. 42.

² Эти числа только примерные

³ См.: *Vernadsky W. M.* Miner. u. Petrogr. Mitteil., 44, 1933, p. 173.

⁴ См.: *Вернадский В.* История подземных вод, I, Л., 1933–1936, с. 561.

⁵ *Ферсман А.* Геохимия. I. Л., 1934.

⁶ См. изложение наших современных знаний у А.Е. Ферсмана: Ферсман А. Геохимия, I. 2-е изд., Л., 1934; II, Л., 1934.

⁷ *Вернадский В.* Очерки геохимии, Л., 1934, с. 25.

Кларк¹ интересовался *средним* химическим составом геологически доступной земной коры, и для него было важно *уменьшить* влияние явно отличных от средних кларков верхних ее участков (т.е. биосферы). Он принял 5% от массы литосферы для осадочных пород и 7% от массы земной коры для гидросферы. Новые геофизические данные для распространения кислых пород под сушей и преобладания основных пород под океанами заставляют внести поправки в эти числа кларков, которые, однако, до сих пор не сделаны; эти поправки только отчасти, впрочем, могут быть количественно точно учтены.

Но главное то, что мощность «земной коры» Кларка не имеет реального обоснования в строении – в организованности – планеты.

«Земная кора», как нечто геофизически определенное, близка по мощности 60 км, а не 16. Она является верхней планетной концентрической областью², если ионосфера идет до пределов газовой оболочки планеты, что сейчас неизвестно. Ниже ее идет до глубины по крайней мере 1200 км другая концентрическая планетная область более основных и тяжелых пород или отвечающих им стекол (перидотитовых?), разно представляемая сейчас геологами и геофизиками³.

Земные оболочки и геосферы известны нам пока только в земной коре, лишь для верхней планетной области.

Числа Кларка относятся к верхней части земной коры, но не дают понятия о всей, ей отвечающей концентрической планетной области, а тем более о проявлениях ее организованности – строения земной коры – ее *оболочек*.

Геофизически эти числа – кларки Ферсмана – недостаточно определены.

27. Земная кора может быть характеризована пятью концентрическими оболочками⁴:

- 1) ионосфера,
- 2) биосфера,
- 3) метаморфическая оболочка,
- 4) гранитная оболочка,
- 5) базальтовая оболочка.

Выявляемые сейчас пределы биосферы охватывают вышележащую стратосферу и нижележащую стратисферу⁵.

Представляется сейчас возможным количественно определить химический элементарный состав всех этих оболочек земной коры, за исключением ионосферы, вычислить их массу и определить для них количество атомов.

Наиболее сложно это для биосферы, которая (подобно ионосфере?) находится в непрерывном движении, определяется закономерными миграциями химических атомов.

¹ Clarke F. Data of geochemistry, 5 ed. W., 1924, p. 22.

² Я решился внести это новое понятие, для которого разные исследователи употребляют разные термины. См.: Ферсман А. Геохимия, I, 2-е изд., Л., 1934, с. 286 и след.

³ Ферсман А.Е. (op.cit) дает обзор главнейших современных представлений.

⁴ Ср.: Вернадский В. Очерки геохимии, 1934, с. 61; Он же. Труды Всесоюз. конф. по стратосфере. Л., 1935, с. 575.

⁵ Раньше считавшиеся мной независимыми оболочками.

28. Очевидно, состав биосферы будет резко отличаться и от состава 16 верхних километров земной коры (таблица Ф. Кларка), и еще более от состава всей земной коры (около 60 км мощностью).

Это ясно хотя бы потому, что значение массы Океана увеличится в составе биосферы, куда она целиком входит, почти *втрое* по сравнению с земной корой Кларка. В то же время значение осадочных пород в литосфере, составлявших, по исчислениям Кларка, 5%, в составе биосферы превысит 25,8%. Увеличивается значение массы живого вещества, почв и т.д.

Таблица кларков для биосферы должна иметь совершенно другой вид, чем таблица кларков для верхних 16 км земной коры. Может быть, она будет близка к химическому составу живого вещества¹.

Она должна дать прочную опору для изучения биогеохимических явлений, так как биосфера всецело охвачена жизнью и влияние жизни в форме органических минералов и процессов целиком ее охватывает. Фантастические уже и при их обнаружении представления Ламарка (1801 г.)², благодаря его борьбе с новой химией Лавуазье, о значении жизни для создания материальной среды жизни заключают большое зерно истины: биосфера в своем элементарном составе в значительной мере определяется жизнью и определяет жизнь. Ламарк сознавал значение жизни для создания ее материальной среды. Ламарк толковал это явление иначе, так как он не принимал химических элементов Лавуазье и считал, как и многие другие в первой трети XIX в. – сто лет назад, что живые организмы могут сами создавать нужные им зольные части (например, металлы). Это допускали тоже позже такие ученые, как Ж.Б. Дюма или А. Сьнядецкий. Но Ламарк был прав в оценке процессов жизни для создания верхней части вещества планеты. Он правильно оценил это планетное явление.

Связь состава биосферы с жизнью одна уже заставляет стремиться к точному определению массы и числа разнородных атомов, ее создающих.

Но помимо этого, таблица кларков биосферы имеет первостепенное значение для основных проблем геологии, почвоведения, гидрологии, так как все наше знание окружающего исходит из познания биосферы, с которой мы генетически связаны. Ее создание имеет *основное значение* для учения о полезных ископаемых, прикладных минералогии и геологии.

Создание этой таблицы поставлено сейчас как конкретная задача (в части живого вещества) Биогеохимической лабораторией Академии наук СССР в программу работ 1936 г. Но для нее одной эта задача в целом непосильна, она может быть решена в немного лет только при широкой совместной работе с другими научными институтами – Ломоносовским, Петрографическим, Почвенным, Геологическим Академии наук СССР, институтами Гидрологическим, Радиевым и Океанографическим.

Такая организация должна быть и, надеюсь, будет создана уже в 1936 г.

Прага
Сентябрь 1935

¹ Ср.: Виноградов А. Труды Биогеохим. лаб. Акад. наук СССР, 1935. Т. 3.

² Lamarck. Hydrogéologie, P., 1801.

ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО В БИОСФЕРЕ*

1. ЗАДАЧА ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Живое вещество¹ в целом, и однородное живое вещество в частности, проявляется в окружающей среде – в биосфере, в состав которой оно входит, – своей массой, своим химическим составом и своей энергией.

2. Масса живого вещества может быть выражена его весом – средним весом слагающих его частей – отдельных особей или колоний, из которых оно состоит.

Для однородного живого вещества, т.е. для совокупности организмов одного и того же вида или расы, эта масса чрезвычайно варьирует. Так, например, в биосфере она для человека и для лошади порядка 10^{13} г.

Несомненно, масса зеленых растений определенного распространенного вида гораздо больше массы наиболее обычных млекопитающих. Мировой уровень ржи порядка 10^{15} г зерна, между тем как вес самих зеленых растений, его производящих, превосходит 10^{16} г. Вес однородного живого вещества, представленного деревьями или водорослями, образующими ассоциации «леса» одного и того же вида, конечно, превышает вес злаков, даже наиболее распространенных, таких, как рожь, у которой различаются еще многочисленные расы.

Для хвойных лесов и для саргассовых водорослей числа порядка 10^{18} или 10^{19} г являются вероятными. По-видимому, мы подходим таким образом к пределу возможного количества однородного живого вещества, так как вся масса существующего в природе живого вещества не может значительно превышать 10^{21} – 10^{20} г.

Эти живые организмы, которые смогли захватить такую значительную часть живой природы, конечно не просто игрою случая, имеют своих антиподов. Известно, что есть редкие очень локализованные виды, вся масса которых не превышает граммов или даже долей грамма. В биосфере существуют в некоторый данный момент количества, которые остаются в пределах порядка 10^0 или 10^{-1} г, очень вероятно даже 10^{-2} г.

И однако эти тела всегда существуют. Это не случайность. Они рождаются вновь и вновь, непрерывно, часто в течение миллиардов лет. Таковы некоторые виды насекомых, моллюсков, некоторые растения².

Ясно, что геохимическое действие организмов в биосфере находится в прямой зависимости от их массы. Если их рассматривать с точки зрения феномена земной коры, то организмы дают столь значительные массы, что они должны быть приняты во внимание. Только человек является исключением из этого правила³.

* Работа написана в 1925 г. на французском языке («La matière vivante dans la biosphère»). Рукопись была просмотрена В.И. Вернадским и 1942 г. и он намеревался сдать ее и печать. Перевод Ш.Е. Каминской и А.Д. Шаховской. Публикуется впервые.

¹ Vernadsky W. La géochimie. P., 1924., P. 24. [См. также: Избр. соч.: В 5 т. М.: Изд-во АН СССР, 1954. Т. 1. С. 47. – *Ред.*]

² Это может быть справедливо лишь для некоторых видов одноклеточных водорослей. Моллюски появились только и конце докембрия около 600 млн лет назад, насекомые – около 40 млн лет назад, высшие растения – еще позднее. – *Ред.*

³ Vernadsky W. L'autotrophie de l'humanité // Rev. gén. sci. 1925. Vol. 36, № 17/18. P. 495–502. То же. Автотрофность человечества [Биогеохимические очерки. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. С. 47–58. – *Ред.*]

Образование большой массы вещества каким-нибудь живым видом в биосфере является проявлением большой энергии в этой среде.

3. Эта картина полностью изменится, если вместо того, чтобы обращать наше внимание на массы однородного живого вещества различных видов и рас, мы направим его на общую их совокупность на Земле, на *живую природу*.

Все приводит нас к мысли, что общая масса живого вещества, существующего в биосфере, на каждый данный момент почти неизменна. Эта масса «живой природы» земного шара представляется почти стабильной на протяжении геологического времени, она колеблется в продолжение несметного числа лет около одной и той же величины, никогда ее не превышая¹.

Эта величина, выраженная в граммах, близка к порядку 10^{20} – 10^{21} ².

Конечно, эта устойчивость должна быть связана с энергией, которой обладает живое вещество для своего существования в биосфере.

4. Химический состав живого вещества и «живой природы» обнаруживают одни и те же закономерности.

Каждый вид, или раса, имеет определенный химический состав, ему присущий, который отличает его от других видов однородного живого вещества. Колебания в числе атомов одного и того же химического элемента у разных видов очень велики. Для углерода, например, они изменяются в пределах 10^1 – 10^{-2} весовых процентов. Они более велики для элементов менее распространенных. Для кремния, например, эти колебания могут быть выражены пределами 10^1 – 10^7 (быть может, 10^{-8}) весовых процентов. Нельзя сомневаться в том, что образование нового вида или расы, – путем ли палеонтологической эволюции, путем ли воздействия человека – всегда вызывает новый, отличный от других видов химический состав этих вновь образованных в биосфере «новорожденных» видов. Он проявляется, несомненно, в резком изменении числа атомов всех химических элементов в общем атомном составе организма.

Изображение химического состава живого вещества в *весовых процентах* его химических элементов дает нам только весьма относительное представление об этом составе. Так как само явление заключается в миграции атомов, то процентное содержание *числа атомов* в теле организма даст нам более верное о нем представление. Но в особом случае, когда нас интересуют числовые колебания химических элементов в однородном живом веществе, оба способа изображения показывают явление одного и того же порядка. В случае же изменения содержания одного и того же химического элемента в двух разных видах однородного живого вещества колебания могут превысить 10^{10} .

5. Совершенно другое явление обнаруживает изучение химического состава живого вещества в целом – *живой природы*.

Химический состав всего живого нераздельного целого – монолита жизни в биосфере, по-видимому, остается неизменным или почти неизменным

¹ В более поздних трудах В.И. Вернадский отказался от этой точки зрения и признал прогрессирующее увеличение массы живого вещества на протяжении геологической истории Земли. – *Ред.*

² *Vernadsky W. La géochimie P. 1924, p. 281 [Очерки геохимии. М.: Госиздат, 1934. С. 182 – Ред.]*

как для любого данного момента, так и на протяжении всего геологического времени наряду с большими палеонтологическими изменениями¹. Ибо геохимические процессы образования вадозных минералов, поверхностного химического выветривания остаются одними и теми же, начиная с наиболее древних слоев, известных с археозойской эры (архейские породы)². Это выветривание и эти вадозные образования так тесно связаны с жизненными процессами, что при наличии их устойчивости невозможно допустить сколько-нибудь важные изменения в самих жизненных процессах.

Можно считать вероятным, что химический состав всего живого вещества Земли в целом, монолита жизни, *живой природы* как современной, так и древней, остается всегда одним и тем же в течение геологического времени или колеблется около одного и того же среднего.

Это указывает на то, что не только существует постоянное отношение между числами различных атомов во всяком организме, но что каждый химический элемент в общем составе живого вещества Земли характеризуется определенной частью своих атомов, которые входят в биосферу.

6. Масса и химический состав однородного живого вещества дают нам только весьма несовершенное представление о важности его геохимического значения.

Основным фактором является *его энергия*, присущая его механизму способность производить в определенное время определенную же массу вещества, химический состав которой постоянен. Энергия живого вещества тем больше, чем больше его масса, она уменьшается, поскольку уменьшается эта масса.

Изучая действие живого вещества в химических процессах земной коры, я буду рассматривать эту энергию только с этой точки зрения и я буду называть ее, следовательно, *геохимической энергией однородного живого вещества в биосфере*.

7. Эта энергия проявляется в интенсивности образования новых особей организмов, т.е. в различной численности этих особей, когда они появляются в биосфере в один и тот же промежуток времени у разных видов живого вещества.

Размножение является как раз тем механизмом, через который проявляется эта энергия, размножением организмов она может быть измерена.

При геохимическом или геологическом изучении этого явления всегда следует его рассматривать в его связи с земной корой, точнее, с ее поверхностью, размеры которой неизбежно устанавливают предел области обитания организмов.

¹ Возможно, что человек меняет средний состав живого истории Земли, создавая новые расы растений и домашних животных. Если бы оказалось, что это не так, что также возможно, пришлось бы признать существование какой-то неизученной автоматической биологической регуляции химического состава монолита жизни. – *Ред.*

² Отрицая эволюцию геологических процессов, В.И. Вернадский следовал широко распространенному и то время принципу актуализма, сформулированному известным английским ученым Ч. Лайелом еще в 1832 г. За последние полвека достоверно установлено, что все геологические процессы – и выветривание, и образование вадозных минералов, и даже магматизм – эволюционно изменялись на протяжении геологической истории Земли. – *Ред.*

Геохимическая энергия каждого однородного живого вещества может быть выражена числом особей известного веса, которые могут быть воспроизведены в данное время, или она может быть выражена общим числом особей, способным полностью покрыть всю поверхность биосферы вследствие максимального их размножения.

8. Нельзя дать себе отчет в важности живого вещества в химии земной коры, в движении химических элементов в биосфере, если не будет измерена геохимическая энергия жизни.

Чтобы это сделать, надо знать: 1) число организмов определенного химического состава, могущих появиться в результате размножения, и 2) время, потребное для этого.

9. Несомненно, существует предел для геохимической энергии живого вещества.

Однако, исходя из особенностей самой энергии, мы имеем указания другого порядка, которые приводят к тому же заключению. Все живое вещество, очевидно, связано своим происхождением с зелеными растениями, с автотрофными организмами, которые являются господствующими. Эти зеленые растения получают всю свою энергию от определенных солнечных излучений. Следовательно, все организмы черпают свою энергию из энергии Солнца при посредстве хлорофилльных растений¹.

Автотрофные бактерии не составляют исключения: вероятно, их энергия должна быть также связана в конечном счете с тем же самым источником.

Энергия, которую посылает нам наше небесное светило, не изменялась количественно на протяжении геологического времени, или, лучше сказать, мы не встречаем, в пределах наших современных методов наблюдений, никакого признака геологического или астрономического такого изменения.

Следует думать, что в течение всего этого времени Земля получала не только одно и то же количество калорий тепла, но что планета и использовала одну и ту же часть этого тепла, с небольшими отклонениями в ту или другую сторону².

Такое постоянство солнечного излучения может объяснить нам и неизменность массы и химического состава живого вещества в том случае, если существует устойчивое динамическое равновесие.

В этом случае следует принять, что организмы в своем распространении в биосфере используют до конца всю свободную энергию системы. Их размножение является проявлением такого использования.

10. Итак, ясно, что невозможно представить себе работу живого вещества и его роль в земной коре с точки зрения его массы или его химического

¹ В статье «Автотрофность человечества» (Биогеохимические очерки. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. С. 47–58) В.И. Вернадский привел данные знаменитого русского микробиолога С.Н. Виноградского о существовании автотрофных бактерий, заимствующих энергию от производимых ими химических реакций в неорганической среде. – *Ред.*

² Если даже признать постоянным излучение Солнца (хотя и это сейчас подвергается сомнению), то количество солнечной энергии, поглощаемое биосферой, несомненно, сильно менялось. Оно резко сокращалось в эпохи оледенений и одновременного развития пустынь и увеличивалось в более теплые эпохи, когда исчезали ледовые шапки у полюсов и пустыни. – *Ред.*

состава, если нет отчетливого представления о его энергии, о его силе размножения.

При изучении химического состава живого вещества в связи с составом земной коры значение этой точки зрения является бесспорным.

При наличии чрезвычайного множества животных и растительных видов и рас, число которых достигает миллионов, и ввиду крайне различного значения их в истории земной коры следует, чтобы прийти к общим выводам, выбрать для анализа организмы, наделенные максимальной энергией, или энергией, особенно характерной для проявления действия живого вещества на земной поверхности. Следует также уметь определять взаимодействия с точки зрения энергетики, которые существуют между различными видами однородного живого вещества, химический состав которых является предметом нашего изучения.

На этой почве, к сожалению, приходится сталкиваться с таким состоянием науки, которое требует большой предварительной работы. Проблемы воспроизведения организмов, их численного размножения в биосфере с интересующей нас точки зрения представляют крайне заброшенную, почти девственную область.

Нельзя опираться только на прежние работы. Необходимо ввести новые исследования в эту девственную область, как бы поднять целину, прежде, чем пойти дальше.

В этой статье я даю первую часть этой предварительной работы, которую я вынужден был сделать прежде, чем был в состоянии приступить к собственным химическим исследованиям, которые представляют мою главную задачу.

Многочисленные трудности, обусловленные выработкой новых общих понятий, не позволили мне идти так быстро, как бы я этого хотел.

Я не мог, конечно, показать здесь проблемы размножения такими, какими они представляются в перспективе земной коры, во всей их полноте. Я рассматриваю эту статью только как предварительный очерк, ограниченный рамками моего специального исследования.

Но без этих, отчасти новых, понятий о геохимической энергии было бы невозможно приступить к химии организмов в связи с химией земной коры.

2. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

11. Явления размножения могут быть сведены к движению материальных тел:

- 1) на поверхности суши,
- 2) в расположенных на ней водных бассейнах или
- 3) в самой живой среде – в другом организме*.

Во всех этих случаях процесс является тождественным, он состоит в пространстве, своеобразном растекании живого вещества в окружающей среде в результате факта рождения материальных телец, всегда одних и тех же. Это *растекание* происходит то более быстро, то более медленно.

* Пропущена подземная жизнь – *Ред.*

Сами эти тельца немедленно или через некоторый промежуток времени, определенный для каждого вида, становятся центрами того же самого процесса – распространения новых одинаковых существ, их растекания.

В зависимости от вида организма эти тельца отличаются своим весом, своим составом и интенсивностью своего возникновения, которые колеблются только в узких пределах. В общем для определенной среды возможно для каждого вида найти *средний* вес, который может его характеризовать, так же как и средний химический состав, и средний промежуток времени для его воспроизведения.

Следствие подобного растекания все новых и новых телец с определенными, характерными для каждого вида массой и размерами их совокупность приходит в движение и захватывает мало-помалу до конца все пространство и весь объем.

Но никогда эта совокупность организмов не может в своем движении выйти из определенных границ: поверхность биосферы, объемы водных бассейнов и размеры организмов, которые могут быть захвачены паразитами, определяют эти границы.

Все эти различные пределы могут быть в конечном счете сведены, как мы это увидим, к *единственной поверхности – поверхности нашей планеты*, за пределы которой никогда не смогут выйти организмы каким бы то ни было движением подобного рода.

12. Нет сомнения, что эти движения не являются случайными, но подчиняются определенным законам, законам механики и энергетики.

С давних пор уже натуралисты XVII и XVIII вв.: Ян Сваммердам (J. Swammerdam), А. Левенгук (A. Loewenhook), Ф. Реди (F. Redi), А. Валлиснери (A. Vallisneri), К. Линней (K. Linne), Р. Реомюр (R. Reaumur), Вильк (C. Wilke), Ш. Боннэ (Bonnet), Халлер (Haller), Ж. Бюффон (G.L. Buffon), Х. Гюйгенс (C. Huygens) и другие – заметили, что крупные организмы размножаются гораздо медленнее мелких, т.е. что *существует определенное соотношение между размножением живых организмов и их массой или их размером*. Исследования XIX в. еще более углубили это обобщение: была установлена необычайная скорость размножения микроскопических существ, факт, который уже предвидели ученые предшествующих веков. Х. Эренберг (C. Ehrenberg), по К. Линнею, произвел большое впечатление на своих современников, наглядно показав, что это размножение может быть выражено в планетном масштабе и сравняться с массами Мирового океана или самой планеты. Открытие микробов и установление их крайне важного значения для земного шара еще подтвердили это эмпирическое обобщение. Скорость размножения этих самых малых из известных организмов, которые находятся на пределе нашего видения, проявляется как наибольшая существующая скорость.

Но, признавая, таким образом, существование зависимости между размерами или массой организма, с одной стороны, и силой размножения – с другой, этому явлению никогда, мне кажется, не давали сколько-нибудь точного выражения – математического и конкретного.

13. Такое конкретное математическое выражение, правда несовершенное, было с давних пор дано самому закону размножения.

Уже в XVIII в. натуралисты установили основной факт, что это *размножение следует законам геометрической прогрессии*. Этот факт был отражен много раз в научной литературе того времени, но при современном состоянии истории науки невозможно составить себе точное представление о ходе его развития. К. Линней имел о нем ясное представление.

Этот закон сразу показался очевидным, и в конце века Т. Мальтус (T. Malthus), выразив его по отношению к человеку, произвел большое впечатление и оказал глубокое влияние на социальные теории. Закон был впервые ясно выражен Мальтусом после того, как подобные представления в этой форме много раз, начиная с XVI в., привлекали ум человека. Но ни сам Мальтус, ни его предшественники или продолжатели не углубляли его и не выводили всех следствий, которые он в скрытом виде в себе содержал. Таким образом, ни сам Мальтус, ни экономисты, которые ему следовали, не приняли серьезно во внимание тот факт, что геометрическая прогрессия отражала не только размножение человека, но также и размножение всех других организмов. Эти последние прогрессии дают обычно числа гораздо более высокие, чем соответствующие числа для человека.

Средства существования человека, которые интересовали Мальтуса, относились в конце концов к живым организмам. Размножение этих последних соответствует всегда геометрической прогрессии, и арифметическая прогрессия увеличения средств существования, о которой говорил Мальтус, находится в коренном противоречии с этим свойством живых организмов.

Фактически человек в своем размножении никогда не может превзойти размножение организмов, которые служат ему пищей, так как их сила воспроизведения всегда гораздо больше, чем у человека. Будучи частью монолита жизни, человек не может в своих жизненных функциях, связанных с питанием, быть выделен из других живых организмов.

Рационализм XVIII в. здесь, как и в другом – в своих философских и социальных концепциях, заменил реального человека, неотделимого от своей космической среды, человеком абстрактным, независимым от среды, только отдаленным образом соответствующим своему наименованию.

Ничто не обнаруживает так хорошо состояние наших знаний в этой области науки, как история мальтузианских идей. Несмотря на большое значение, которое представляют в своих практических выводах идеи Мальтуса, напрасно было бы искать в огромном вековом творчестве этого движения обсуждения основного понятия, лежащего в корне его, – силы размножения организмов по отношению к области обитания общественного человека.

14. Много раз в течение веков старались математически выразить различные прогрессии размножения организмов. Это делали для насекомых, мелких млекопитающих, человека, для малых, микроскопических существ, ресничных инфузорий в первую очередь.

Имеются довольно многочисленные числовые данные, которым, однако, не придают того значения, какое они заслуживают в действительности.

Эти вычисления выявляют, без сомнения, общий факт: *размножение всех организмов – многоклеточных и одноклеточных – может быть выражено различными определенными геометрическими прогрессиями.*

Около середины XIX в. Ч. Дарвин (C. Darwin) [и А. Уоллес (A. Wallace)] высказывает этот факт в общей форме, которую надо признать эмпирическим

обобщением большого охвата. Он установил, что *каждый без исключения организм мог бы заселить всю земную поверхность, если бы условия среды были для него благоприятны.*

Время, потребное для такого заселения, находится, очевидно, в соотношении с силой размножения (геохимической энергией) организма. Это время в общем очень коротко, как показал это Дарвин, подсчитав скорость размножения слона, существа, которое он, совершенно справедливо, считал надежным минимальной силой размножения.

Это важное обобщение, которое является самой основой его идей о борьбе за существование, никогда не было изучено, по существу, ни им, ни другими.

В огромной дарвиновской литературе не находится, насколько мне известно, никакой сводной работы по этому вопросу, и мне кажется, что маленькая популярная статья проф. А. Брандта (A. Brandt [1879 г.] остается с этой точки зрения одиночной¹.

15. Обычно эти вопросы затрагивались только случайно, при обсуждении каких-либо числовых примеров размножения живых существ, имея в виду дать только общее представление о величине *силы размножения.*

Сознание большой величины этой силы очень укоренилось в понятиях натуралистов о Вселенной, но ни следствия из этого обобщения, ни его место в системе органического мира никогда, насколько я знаю, не ставились на обсуждение.

Мы наблюдаем здесь то же самое состояние нашего сознания, как то, которое имело место раньше, до введения в наше миропонимание закона геометрической прогрессии размножения.

Молчаливое представление об исключительной величине силы размножения захватило нашу мысль и оставило на ней неизгладимую печать. Но выводы, которые из него следуют, не сделаны.

Мы не сомневаемся, что эта величина не имеет других пределов, кроме условий среды; мы уверены, что любой организм, помещенный в благоприятные условия, даст в непрерывном ряду своих поколений неограниченное число новых существ. Другими словами, *мы представляем себе эту силу как подчиняющуюся правилу инерции.*

Но мы остаемся при этом первом важном шаге и не двигаемся здесь дальше по пути, открывшемуся перед нами.

16. Фактически сила размножения организмов и ее значение в истории Земли и самих организмов никогда серьезно не принимались во внимание в текущей работе биологов.

Можно убедиться в этом положении вещей, сравнивая изложение этой проблемы на текущий момент, сделанное выдающимися специалистами, такими, например, как Р. Лейкарт (R. Leukart, 1853), В. Генсен (V. Hensen, 1881), В. Маршалл (W. Marshall, 1924). В нем не видно никакого движения вперед.

Одним из следствий – наиболее досадным – такого положения вещей является отсутствие наблюдений. Ищешь напрасно точных указаний на числа

¹ А Брандт. Числовое равновесие животных в борьбе за существование [оттиск из «Нивы»], 1879 г. – Прим. А.Д. Шаховской.

во многих случаях, где легко было бы их иметь. Эти числовые данные кажутся маловажными, и ими не интересуются.

Почти всегда приходится пользоваться недостаточными и неполными данными.

Редко бывает возможность иметь в своем распоряжении числа достаточной точности, которые были взяты за основу для вычислений, по отношению к одному и тому же виду животного или растения – иметь, например, одновременно средний вес взрослых особей, их размеры или объем, среднее число особей или яиц одного выводка, среднее число поколений в течение точно отмеченного времени, среднее точное время половой зрелости, не говоря о других необходимых данных в особых случаях размножения. Так, например, для общественных насекомых, как термиты или муравьи, необходимо знать число роев в год, число яиц, которое откладывает матка, средний вес бесплодных особей, среднее число особей в сообществе (в муравейнике)...

Необходимые числовые данные широко изменяются в соответствии с бесчисленными частными случаями механизма размножения. Это, конечно, не облегчает исследования и отчасти объясняет большие пробелы, которые имеются в наших знаниях.

17. Надо искать некоторое объяснение этому положению вещей в психологии исследователей. Проблема не интересует натуралистов или кажется им недоступной при обычных научных средствах.

Но это отсутствие интереса и трудности работы не могут объяснить удивительного отсутствия некоторых конкретных данных, без которых нельзя обойтись, – *среднего веса* взрослых организмов в первую очередь.

Средний вес является данным первого порядка для вычисления геохимической энергии. Однако у нас почти абсолютно нет этих данных для целых отделов живой природы – главным образом для зеленых растений, но и для растений вообще.

Если эти указания более многочисленны для животных, они относятся к весу одной данной особи, редко – к среднему весу.

Только в некоторых специальных исследованиях, в одиночных случаях располагают точными в этом отношении числами. Есть многочисленные указания на вес животных, служащих пищей, в особенности домашних животных, но эти данные обычно не соответствуют требованиям науки. Это только приближенные числовые данные.

18. Получение этих данных не представляет, конечно, непреодолимых трудностей, но они не имеют приложения в текущей работе натуралиста, не интересуют ни морфолога, ни физиолога, не входят в систематические описания вида.

В систематических описаниях их заменяют указаниями размеров. Это не всегда так было. Прежние натуралисты ценили их выше. Так, например, у великого ученого XVIII в. П.С. Палласа имеются точные данные, которые напрасно было бы искать у его самых выдающихся последователей.

Введение указания среднего веса организмов в систематические описания живых организмов абсолютно необходимо с точки зрения проблем, которые нас интересуют. Введение их будет, конечно, представлять большой прогресс, улучшая коренным образом состояние наших знаний в такой важной области.

Можно заменить определение веса определениями объема и плотности организмов. Но это представляет еще большие трудности и выполняется лишь очень редко. Вследствие этого приходится пользоваться приближенными данными, основанными на размерах организма. Это допустимо только благодаря тому, что плотности организмов очень близки друг к другу и немногим отличаются от плотностей водных растворов.

19. Среди других числовых данных есть и такие, которые всегда интересовали натуралистов. Так, с давних пор установлено, что число выводков, детенышей, яиц, сроки возмужалости, число поколений и т.д. являются свойствами, характерными для каждого вида или расы, и эти числа изменяются только в узких пределах.

Однако определение этих данных требует средств и времени, которые не всегда находятся в распоряжении натуралистов. Эта работа требует или долгого наблюдения природы, или организации опытов в лабораториях. Эти определения не так просты, как, например, определения морфологических свойств.

Несмотря на недостаточную точность этих данных, количество их позволяет все же создать себе числовое представление о размножении в связи с механизмом биосферы.

Одно важное и точное эмпирическое обобщение может быть выведено из этой массы собранных научных фактов: *размножение одного и того же растительного или животного вида меняется сообразно условиям среды*. Оно является, в некоторой степени, функцией среды – функцией ее температуры, ее химического состава и т.д. *Но эта изменчивость очень ограничена* и может быть всегда численно выражена¹.

Ее можно представить в точных числах максимумов и минимумов.

20. В последнее время можно констатировать значительный прогресс в области наших конкретных числовых данных о размножении. Этот прогресс вызван потребностями собственной жизни, которая вынудила общество дать необходимые средства для научных исследований в этой области.

Точные факты, не столь многочисленные, как это бы хотелось, но все же весьма ценные, были, таким образом, получены, начиная с конца XIX в., для некоторых отраслей живой природы, главным образом в отношении обитателей моря, а также насекомых-вредителей.

21. Таким образом, американские энтомологи школы Рилея (С. Riley) и В. Говарда (W. Howard), верные вековым традициям своей науки, временно забытым, – традициям Реомюра, ввели наблюдения этого рода в текущую работу энтомологов своей страны. Мало-помалу там собрали значительное количество фактов, которые до настоящего времени никогда не были, насколько мне известно, обработаны и систематизированы с общей биологической или геохимической точки зрения.

¹ Современными наблюдениями установлено, что у некоторых животных, например у кенгуру, продолжительность беременности сообразно условиям среды может изменяться в больших пределах, что не противоречит выводу В.И. Вернадского, поскольку является исключением. – *Ред.*

Однако важность этих наблюдений становится все более и более очевидной. Можно быть уверенным, что недалеко то время, когда число окончательно проникнет в эту область природы, которую оно явно регулирует.

Примеру американцев следуют другие страны, так как организация этих наблюдений в конечном счете обходится недорого, если принять во внимание их роль в борьбе с насекомыми-вредителями.

Эта работа возбуждает большие биологические и геохимические вопросы, связанные с размножением организмов, и открывает новые области знания.

Так, благодаря тесной зависимости, которая существует между земным растительным миром и насекомыми, введение числа в изучение этих последних неминуемо привело нас к важным числовым проблемам, к проблемам равновесия между организмами, к вопросам «гармонии» природы, которые занимали мысль натуралистов прежних поколений, К.М. Бэра в первую очередь, а затем были оставлены.

22. Относительно живого населения моря, которое составляет по своей массе преобладающую часть живого вещества, были собраны многочисленные, хотя и недостаточные, факты для рыб и для планктона.

Работы главным образом немецких, английских и американских лабораторий дали нам числа для рыб, употребляемых в пищу, которые послужили основой для вычислений. К сожалению, невозможно было установить достаточно точные *средние* числа. Работа пионера в этой области натуралиста XVIII в. И. Блоха (I. Bloch) над численностью икры рыб до сих пор еще не превзойдена.

Часто ищут напрасно факты, как, например, в произведениях французских и русских натуралистов, которые должны были бы им самим служить вехами на пути и которые ими оставлены без внимания, несмотря на основное значение их для решения проблем, стоящих перед натуралистами.

23. Количественное изучение планктона, благодаря толчку, который дал ему В. Генсен, неизбежно привело к количественному изучению размножения микроскопических организмов, в первую очередь протистов.

Были произведены некоторые, не очень многочисленные наблюдения и собраны данные, дающие некоторые численные представления о размножении диатомовых, пиридиновых и жгутиковых. Их выявили главным образом немецкие и английские натуралисты. В. Генсен и Х. Лохманн (H. Lochmann) дали важные сводные работы.

Эти исследования ставят проблему размножения и изучают его не в максимальном его проявлении – в оптимальных условиях жизни, но реальное размножение, при котором значительная часть потомства уничтожается прежде, чем даст новое поколение.

Таким образом, в океане выявляется важное динамическое равновесие, образованное размножением (делением клетки), с одной стороны, и уничтожением новых клеток внешними силами – с другой.

Можно было все же доказать, что генезис этих протистов, который осуществляется клеточным делением, может быть реально выражен геометрической прогрессией с очень устойчивым численным значением для каждого вида.

24. Оказалось возможным углубить изучение проблемы только сочетанием наблюдения окружающей природы с лабораторным опытом.

Это вообще единственно правильный путь изучения Природы, который был открыт великими мыслителями XVII столетия. В интересующей нас области это были энтомологи, которые первыми на него вступили.

Конечно, мы еще далеки от того, чтобы иметь окончательные результаты, но уже получены ценные данные, которые позволяют упростить сложные естественные явления и установить таким образом достаточно точные определения и понятия.

В первую очередь опытами над бактериями, ресничными, диатомовыми удалось установить, что размножение *действительно следует геометрической прогрессии и что эти прогрессии изменяются соответственно видам, являясь характерными для каждого из них.*

С другой стороны, достигнута возможность выделить различные формы размножения.

25. Опыты нас убеждают, что следует различать: 1) потенциальное размножение (потенциальную возможность размножения), 2) оптимальное размножение и 3) действительно существующее среднее размножение.

Мёбиус (С. Möbius, 1877) первым, как мне кажется, подчеркнул важность потенциального размножения, которое может быть рассматриваемо как максимально возможное для данного организма размножение.

Мёбиус указал его для улиток, подсчитывая число икринок, которые они откладывают, независимо от их реального потомства.

Он следовал в этом старой традиции натуралистов, которые выражали таким образом силу размножения насекомых (например, Р. Реомюр) или рыб (И. Блох).

Потенциальное размножение указывает на существование предела размножения одной особи, предела, обусловленного ее организацией.

В случае, который мы имеем с простейшими, когда жизнь индивида не имеет определенного конца, потенциальное размножение также не имеет определенного предела.

26. Надо строго различать *оптимальное размножение и потенциальную возможность размножения.* Последняя – это максимальное размножение, наиболее быстрое, наиболее значительное по числу произведенных особей, оно достигается в оптимальных условиях жизни – в наиболее благоприятных условиях температуры, питания, всей окружающей среды в целом.

Силу размножения простейших, которое происходит делением, измеряют обычно числом поколений, которые они могут дать в течение двадцати четырех часов.

Этот метод может быть применен, как мы это увидим, ко всем другим организмам. Число поколений за сутки в геометрической прогрессии с членом 2 в формуле является важной постоянной, характерной для каждого вида. Я буду ее называть в дальнейшем всегда Δ .

Оптимальное размножение определяется максимальной Δ для данного вида.

Обычно ее не знают, и не всегда легко или даже возможно вычислить Δ из тех наблюдений, которыми мы располагаем. То, что обычно наблюдается,

это *реальное размножение*, которое, как мы видели (§ 19), изменяется 1) в зависимости от свойств среды или 2) от свойств организма.

Реальное размножение, характеризуемое максимальной Δ , является наиболее близким к оптимальному размножению и в предельном случае может с ним совпасть.

27. Потенциальное и оптимальное размножение должны как раз явиться предметом нашего исследования, так как именно они, приводя факты к общему масштабу, позволяют нам *количественно сравнивать геохимическую энергию различных организмов*. Они выражают *максимальную* геохимическую энергию каждого вида. По-видимому, эта величина постоянная и почти неизменная.

Существование предела максимального размножения характерно для каждого вида, является эмпирическим обобщением, которое служит основой всех дальнейших выводов.

28. Существование предела является очевидным для всех организмов с ограниченной продолжительностью жизни. Оно также не вызывает сомнений для «бессмертных» организмов, таких, например, как протисты или гигантские хвойные.

Оно дает о себе знать во многих случаях, например у протистов, во влиянии повышения температуры на их размножение.

Для ресничных инфузорий существует ряд замечательных опытов Мопа (Mopas, 1887–1889). Он обнаружил, что у всех видов Δ резко изменяется при определенной температуре. Значение максимальной Δ повышалось в его опытах до 5 и 7. Этот последний случай наблюдался для *Leucophrys patula*. Мопас нашел, что при температурах:

6–8 °C	<i>Leucophrys</i> дает	1	поколение в сутки
8–11 °C	»	2	»
12–14 °C	»	3	»
14–17 °C	»	4	»
17–20 °C	»	5	»
20–23 °C	»	6	»
23–26 °C	»	7	»

Большее повышение температуры было вредно для организма. Можно сделать заключение, что Δ , равная *семи*, является максимальной для *Leucophrys* и может увеличиться только вследствие улучшения питания или дыхания.

Однако все показывает, что температура оказывается столь могущественным фактором размножения, что никакое другое изменение условий среды не может оказать заметного влияния, если питание и дыхание благоприятны (как в опытах Мопа).

Было найдено, что влияние повышения температуры на жизнь (размножение) клеток многоклеточных – явление, по-видимому, идентичное с тем, о котором мы говорим, того же порядка, как его действие на ход химических реакций («температурный коэффициент»). Улучшение питания и дыхания соответствует усилению химических реакций и, следовательно, не может заметно изменить максимума размножения, вызванного повышением температуры.

29. Можно вычислить максимальный предел Δ для *Leucosphrys*, опираясь на другие соображения. Можно ее вывести из соотношения, которое существует между размножением и размерами организма, о чем я говорю дальше. У сферических или цилиндрических организмов с размерами *Leucosphrys*'а Δ может достигать значений между 4,8 и 6,8. Это приближение к числам Мопы достаточно.

Итак, можно заключить, что Δ , равная 7, данная Мопы, представляет максимальный предел для *Leucosphrys*. Дальше мы увидим, что число 7 является приблизительным (§ 33).

Изучение других случаев оптимального размножения в зависимости от температуры подводит нас к такому же заключению – к существованию предела размножения, который не может быть превзойден данным организмом. Так, *Stylonichia pustula*, по Мопы, даст при 24–28 °С *пять* поколений в 24 часа. Можно вычислить, что один сферический организм, диаметр которого соответствует размерам *Stylonochia*, может достигнуть Δ , равной 4,65–5,11 поколения (см. § 70)¹.

30. Этот твердый предел размножения, в сущности, не требует экспериментальной проверки, ибо он опирается на явление логически более могущественное – на совокупность бесчисленных эмпирических фактов.

Он является новым выражением прежнего обобщения, которое указывало на существование зависимости между размерами организма и его силой размножения (§ 12), которое скрыто содержалось в обобщении Дарвина (§ 14).

Однако необходимо углубить и продолжить опыты, чтобы уточнить определение и вывести из них новые следствия.

К сожалению, явление размножения почти не проанализировано с этой точки зрения.

Между тем этот анализ приводит к важным заключениям.

31. Среди этих последних то, которое рассматривает *существование максимального значения Δ для любого живого вещества*, кажется мне одним из самых важных.

Это заключение, мне кажется, вытекает из описанных фактов, но, насколько я знаю, оно никогда не было ясно сформулировано. Это – логическое заключение о зависимости между размерами организма и силой его размножения. Размеры же организма неизбежно имеют постоянный предел, связанный со структурой вещества.

Мы увидим, какое важное значение имеет максимальная величина Δ в теории геохимической энергии.

Максимальное число поколений², производимых в 24 часа, дается бактериями, их Δ достигает 63.

Как раз самые маленькие бактерии достигают этого предела, например вибрион холеры.

¹ Значение Δ , равное 7, не может быть максимальным для инфузорий. Маленькие инфузории, такие, как *glaucoma pififormis*, должны обладать способностью более быстрого размножения – до 8,5–11,9, которое соответствует размерам для шаровых или цилиндрических организмов, соответствующих по размерам этим ресничным инфузориям. Изучения действия температуры для них нет.

² В действительности, как мы увидим, Δ не всегда совпадает с понятием числа поколений в сутки (§ 70).

Величину Δ определяют, отмечая продолжительность деления клетки. Непонятно, как проходят мимо этого удивительного явления, не придавая ему того большого значения, которое оно имеет.

Наблюдения, сделанные в этом направлении, неизбежно являются неполными и лишь приближенными. Невозможно все же не отметить их, ибо самый факт является поразительным, но в него глубоко не вдумываются.

В учебниках бактериологии дают как минимальную продолжительность деления одной бактерии промежутки 17–25 минут. Согласно оригинальным статьям, средние числа не превышают 22–24 минуты.

Этот минимальный промежуток времени размножения должен, конечно, иметь *большое биологическое значение*, и было бы очень важно его точно установить. Существуют ли в действительности интервалы в 17 минут как среднее время деления клетки? Не представляют ли они только индивидуальные отклонения?

32. Из многочисленных фактов выявляется другое обобщение, значение которого для изучаемой проблемы также является основным. Обычно его обходят молчанием. Оно указывает на существование своеобразной *зависимости между ходом времени и размножением, различной для каждого вида или расы*.

Оно отчетливо проявляется в различии величины Δ по видам, даже в случае, когда Δ соответствует числу поколений.

Мы видели, что Мопс определял Δ для *Leucophrys* (§ 28) простыми числами, которые должны были оставаться неизменными и могли совпадать для разных видов инфузорий; он дает для Δ только одно значение – число поколений в сутки – и не находит ничего необычайного в том, что это число будет всегда одним и тем же для различных видов, как оно является одним и тем же для многочисленных и самых разнообразных видов птиц, млекопитающих, рептилий и рыб в продолжение одного года.

Последующие более полные наблюдения сильно изменили картину. Так, Мопс дает:

для *Paramecium aurelia* $\Delta = 1$ и 2
для *Paramecium caudata* $\Delta = 1$

Более точные наблюдения, основанные на опытах со множеством поколений, дали следующие числа:

Paramecium aurelia $\Delta = 1,73$ (Х. Вудруф, Woodroof)
caudata $\Delta = 1,108$ (С. Метальников)

Δ , равная 1,73 Вудруфа, соответствует 2 Мопса.

Изменение того же порядка происходит во всех других случаях, лучше изученных. Приходится признать, что целые числа для Δ , одинаковые для различных организмов, не отвечают действительности. Они только приближительны.

33. Такое же заключение должно быть сделано, исходя из других соображений, из анализа единицы времени в первую очередь. Эта единица – точно 24 часа – произвольна. 24 ч 0'00" приближаются к периоду суточного оборота земного шара, но они не совпадают с ним. Это была бы игра случая, совсем

маловероятная, если бы величина Δ , выраженная в этих единицах, приобрела простое выражение, независимое от организма, какое ей приписывал Мопя.

Далее, если бы единица – сутки – была строго определена по отношению к естественному явлению – к полному суточному обороту земного шара, Δ не могла бы совпадать у различных организмов, за исключением невероятного случая тождества их размеров. Это – очевидное следствие существования зависимости между размерами организма и его силой размножения.

Строго размеренные значения Δ , равные целым числам (1, 2, 3 и т.д.), показывают только, что интервалы между двумя последовательными поколениями этих простейших (протистов) повторяются 1, 2, 3 раза в продолжение суток. Такие же замечания следует сделать по поводу размножения более сложных организмов, например птиц, млекопитающих, рептилий и вообще всех тех, у кого размножение происходит одно и то же число раз в течение года и каждый раз дает одно и то же число особей. Год, принимаемый равным 365 дням 0 ч 0 мин 00 с, представляет произвольную единицу, близкую, но не тождественную полному годовому обороту нашей планеты.

В этом случае средний интервал между двумя поколениями не может быть никогда равен 365 дням; он должен быть близок к этому числу и отличаться у разных организмов.

Точные наблюдения здесь полностью отсутствуют. Но это утверждение является логическим следствием существования зависимости между силой размножения этих организмов и их размерами.

34. Необходимо отметить в первую очередь опыты С. Метальникова и Х. Вудруфа над ходом размножения у простейших путем бесполого деления клеток. Эти опыты были поставлены с целью уяснить явление размножения с точки зрения самого механизма процесса, что имеет лишь косвенное отношение к проявлению процесса размножения в биосфере. Эти опыты дали нам, однако, новый довод в пользу правильности идеи об инерции (потенциальной энергии), присущей энергии размножения при ее действии в биосфере. Была высказана гипотеза, что бесполое размножение не может продолжаться бесконечно, т.е. что не только изменения среды могли служить препятствием к его развитию. Другими словами, утверждали, что нельзя себе представить, чтобы размножение шло всегда только силами, подчиненными одной инерции (потенциальной энергии).

Опыты Метальникова, Вудруфа и других доказывают обратное этому предположению.

Подобное предположение никогда не высказывалось по поводу полового размножения, неограниченная продолжительность которого не вызывает сомнения.

Механизм его представляется всегда одним и тем же, и его проявление идет согласно условиям окружающей среды.

Если есть в организме какое-то внутреннее регулирующее действие, независимое от влияния среды, оно не проявляется в общем ходе явления в земной коре.

35. Мы изучали до сих пор размножение организмов, не принимая во внимание заселенной ими среды.

Но прежде чем заняться этими последними проблемами, еще мало затронутыми современной наукой, было бы полезно дать обзор эмпирических

обобщений, свободных от всяких гипотез, которые удалось науке собрать до настоящего времени.

В нашем дальнейшем изложении мы будем опираться только на них и не будем считать себя вправе пренебрегать ни одним из них.

Все эти обобщения основываются на *числе*, которое является основой всего явления.

Характер явления, глубоко математически-арифметический, если можно так выразиться, проявляется здесь не менее определенно, чем в чисто физических и астрономических явлениях Космоса.

Числа, которые здесь встречаются, числа поколений, роев, яиц или мальков одного выводка, константы размножения, которые могут быть из них выведены, и все числа, которые вообще характеризуют размножение, всегда математически связанные между собой, являются числами определенными, такими же точными и неизменными, как числовые физические константы вещества, энергии или атомов или астрономические константы движения звезд и их притяжения, а также и те свойства, которые могут быть из них математически выведены.

36. Обобщения, о которых мы говорим, следующие:

1. Существует зависимость, сущность которой не выявлена, между размерами (т.е. весом и объемом) организма и его силой размножения; эта сила обратно пропорциональна размерам.

2. Размножение всех организмов без исключения может быть выражено, геометрической прогрессией.

3. Размножение всех организмов имеет предел только благодаря условиям среды, в которой они живут (инерция процесса, потенциальная энергия размножения), следовательно, если бы условия позволили, каждый организм мог бы в промежуток времени, пропорциональный силе размножения, распространиться по всей данной поверхности и заполнить весь данный объем. Каждый вид и раса могли бы, исходя из этих положений, полностью покрыть земную поверхность.

4. Размножение каждого вида или расы может быть выражено различными и определенными для каждого из них числами – числами, которые изменяются под влиянием среды только в некоторых постоянных, совершенно определенных пределах.

5. Для каждого вида и каждой расы существует максимальное размножение, которое никогда не может быть превзойдено. Оно дано потенциальным или оптимальным размножением. Это константа, независимая от среды.

6. Существует предел максимального размножения для живого вещества вообще. Он зависит от размеров организма. Минимальные размеры имеют бактерии¹. Максимальное число поколений в течение одних суток определяется этим пределом, и промежутки времени, через которые оно происходит, а также и число поколений – Δ – должны иметь большое биологическое значение и служить определениями для процесса размножения.

37. Наши научные познания о том, как отражается процесс размножения в окружающей среде, еще более недостаточны, чем наши познания о самом явлении.

¹ В 1925 г. В.И. Вернадский еще не знал о существовании вирусов. – *Ред.*

А между тем изучение этого имеет большое практическое значение, так как оно касается проблемы *плодородия и плодovitости* живых организмов, которая глубоко интересует человека в его повседневной жизни.

Обычно ее изучают с точки зрения чисто практической. Ясно, что обобщения, полученные таким образом, малочисленны и довольно смутны.

Никогда проблема не изучалась в целом и глубоко не разрабатывалась.

Плодородие (или плодovitость) изучается по отношению к определенной поверхности или к определенному объему. Обычно ее приводят на 1 га – 10^8 см².

Его можно оценивать массой органического вещества, произведенного живым веществом, или массой самого живого вещества, созданного в определенный промежуток времени. Эта масса находится в очевидной зависимости от размножения организмов, собственно от геохимической энергии, так как геохимическая энергия – в конечном счете – есть размножение организма, взятое в его отношении к земной поверхности.

38. Оценку плодородия почвы стали давать по отношению к наземным растениям и к домашним животным, в особенности к скоту. Таким же образом определяют продуктивность на гектар садков для рыб и устричных банок.

С другой стороны, в исследованиях по биологии моря удалось вывести баланс моря, вычислить количество на гектар органической массы, образованной планктоном, растительностью бентоса, рыбами, животными бентоса вообще.

Интерес, возбуждаемый этими исследованиями, быстро растет, и можно ожидать здесь в короткий промежуток времени важных результатов¹.

39. С точки зрения, которая нас интересует, необходимо подчеркнуть общее впечатление, которое остается от этих исследований. Это впечатление не может еще быть выражено в очень точной форме, но оно нас приводит, по-видимому, к новому важному обобщению. Это обобщение указывает на существование определенного предела плодородия на всей земной поверхности, предела, который находится в зависимости от энергии, которую поверхность получает от Солнца и которая всегда одинакова для одной и той же поверхности, будь она морской или наземной. Оценивая продуктивность моря на гектар, принимают во внимание не только один верхний слой воды – область распространения планктона, но всю массу воды, которая заполняет гектар от дна до поверхности.

40. Уже больше ста лет, как проблема плодородия почвы – в этом смысле – была (как мне кажется, в первый раз) количественно рассмотрена А. Гумбольдтом (A. Humboldt) и Ж. Буссенго (J. Boussingault). Этот последний получил потом в замечательных работах числовые данные и выразил в числах ту зависимость, которая существовала между работой зеленого растения, выраженной в массе органического вещества, которое оно производит, и солнечной энергией, которую оно получает. Он обнаружил, что существует постоянное отношение между энергией Солнца, которую получает поверхность

¹ Такие результаты были получены исследованиями Л.А. Зенкевича, В.Г. Богорова, М.Е. Виноградова, А.В. Жирмунского и ряда других русских и зарубежных ученых. – *Ред.*

гектара, и массой органического вещества, которую жизнь зеленых растений может создать на этой поверхности.

Эта масса органического вещества создается воспроизведением, размножением растений. То, что интересовало Ж. Буссенго и других исследователей, его современников или преемников, – это были практические агрономические вопросы, существование пределов для жатвы. Измеряли зерна, солому и т.д., а не всю массу организмов, которую они представляли. Однако отвлеченно возможно было бы вычислить саму живую массу организмов и вычислить в весе размножение, для которого жатва дает неполное и неточное выражение.

41. Из этих опытов может быть выведено основное следствие, касающееся размножения. Они показывают, что масса органического вещества, которая образуется на гектаре поверхности, определена и постоянна. То же должно быть и по отношению к размножению.

Но эти опыты, по-видимому, показывают больше: они выдвигают новые проблемы, касающиеся размножения, и имеют глубокое значение для всей области явлений, которая нас интересует.

Если эти проблемы еще и не разрешены, они вызывают размышления огромного охвата.

Из опытов Ж. Буссенго и других, по-видимому, вытекает, что процент солнечной энергии, захватываемый зелеными растениями, одинаков для всех зеленых растений и представляет собой *хлорофилльную функцию*.

Если количество энергии, удерживаемой зеленым растением, всегда находится в одинаковой пропорции к энергии, которую оно получает от Солнца (а эта последняя, по-видимому, неизменна), если это количество одно и то же для всех зеленых растений, то масса органического вещества на гектар должна находиться в одинаковом отношении к весу у всех зеленых растений.

В таком случае следует признать, при различном и специфическом для каждого вида или расы размножении, существование независимости между массой растения (его весом) и его размножением.

Одинаковое количество органического вещества на гектар может быть произведено организмами различного веса только в том случае, если их число обратно пропорционально их весу. Другими словами, *сила размножения организмов – зеленых растений – в этом случае должна быть обратно пропорциональна их весу*.

Я уже отметил, что средние веса зеленых растений (включая корни) не были известны (§ 17), но одним из наиболее древних обобщений в изучении размножения является то, что это размножение пропорционально размерам организма, оно тем больше, чем меньше организм. Принимая во внимание, что плотность живых организмов в общем близка к одной и той же величине, можно быть уверенным, что размножение действительно обратно пропорционально их весу.

Абсолютное постоянство массы органического вещества на гектар не является, конечно, непременным следствием устойчивой пропорциональности между размерами организма и его силой размножения. Но колебания этой массы не могут быть, во всяком случае, велики.

Эти явления известны только в самых общих чертах: 1) существует некоторая пропорциональность между весом организма и его силой размножения;

2) энергия, которая может быть использована зеленым растением, имеет постоянный предел.

42. Необходимо возможно быстрее прийти к более точным заключениям, ибо положение зеленых растений в общей массе вещества является исключительным благодаря тому, что существование почти всех других организмов возможно только благодаря их существованию.

Надо установить средний вес зеленых растений и рассмотреть заново вопрос о максимальной продуктивности на гектар не с точки зрения узкого утилитаризма, который господствует в настоящее время, но во всей полноте, как это требует проблема. Это надо сделать ввиду научных и огромных философских следствий, которые из этого последуют. Ясно, что их применения к общественной жизни будут очень важны. Неполные определения, которыми мы обладаем, могут нам дать о них только отдаленное представление.

В настоящее время существуют только предположения, но все эти предположения ведут нас в том же направлении. Это постоянство, конечно, знаменательно; оно не случайно.

43. Я считаю, что это Ж. Саго (J. Sagot) первым указал, что, каким бы способом ни рассматривали *годовую продуктивность сухого органического вещества, приходят в среднем почти к одним и тем же значениям* для хороших урожаев. Он показал для злаков, картофеля, насаждений деревьев.

По-видимому, эти определения, так же как другие, более ранние, показывают не неизменное число, но количество, которое изменяется в довольно узких пределах. Это количество близко к $(1,5-2,0) \cdot 10^6$ г на гектар сухого органического вещества. По-видимому, это количество, выраженное в весе живого организма, богатого водой, будет давать более крупные отклонения.

Весьма вероятно, что эти определения наших культур не дают еще полного выражения продуктивности, так как при этом принимают во внимание не все организмы, которые находятся на гектаре, в частности не учитывают организмы почвы¹.

Но существование определенного предела массы живого вещества, которая может быть образована на гектаре, – несомненно в конечном счете – кажется крайне вероятным. Возможно, что этот предел кажется различным для разных культур вследствие неизбежных пропусков, которые происходят из-за невозможности ввести в подсчет сухого органического вещества все организмы, которые находятся на гектаре.

44. Неожиданное наблюдение, которое было недавно совершенно независимо сделано, подтверждает это заключение.

Работы английских, датских, немецких ученых по отношению к морю, таких, как Брандт, В. Генсен, Бойсен-Иенсен (P. Boysen-Jensen), Петерсен (C. Petrsen), Джонстон (J. Jonstone), В. Хердман (V. Herdmann) и другие, позволяют нам утверждать, что продуктивность моря на гектар (в указанном смысле, § 39) дает почти то же количество сухого органического вещества, как и лучшие урожаи суши².

¹ W. Vernadsky. La géochimie. P. 1924. P. 276, 283.

² Как было выяснено позднее, продуктивность биомассы на гектар морской поверхности колеблется в огромных размерах, увеличиваясь в десятки раз в прибрежных зонах по сравнению с пелагическими частями океанов, особенно, если в этих прибрежных зонах наблюда-

Если бы позднейшие более точные работы подтверждали эти первые результаты, было бы достигнуто крупное обобщение, которое доказало бы, что масса земного живого вещества, скопляющегося на поверхности планеты, всегда одинакова; она находится в явной зависимости от солнечной энергии, которую получает эта поверхность.

Из этого будет следовать, что размножение организмов должно не только быть обратно пропорционально весу взрослого организма, но что должна существовать зависимость между размножением всех организмов, т.е. что должно существовать максимальное размножение, которое не может быть превзойдено всем живым веществом в целом.

Я вернусь еще к обсуждению этой возможности.

45. Было время, когда в связи с идеями Мальтуса возбудило большой интерес сообщение Ю. Либиха (J. Liebig), касающееся продуктивности пахотных земель.

Либих доказал, что продуктивность урожая после достижения достаточно высокого уровня повышалась только очень медленно. Каждое новое улучшение после этого уровня дается все более и более дорогой ценой, т.е. дает результаты всегда меньшие по отношению к одному и тому же затраченному усилию. Другими словами, существует предел продуктивности (плодородия) земли, и этот предел почти достигается хорошими урожаями¹.

Это наблюдение было подтверждено позднейшими исследованиями, но оно не принесло нам ничего нового. Факт, на который оно указывает, является следствием существования предела размножения для каждого вида живых организмов, – явление, которое мы будем всегда встречать на своем пути.

46. Многочисленные проявления того же факта встречаются везде при изучении плодородия в связи с биосферой. Таким образом, существует предел продуктивности прудов или садков для рыб, который не может быть превышен и который находится в очевидной зависимости от свойств среды – водных бассейнов и размножения рыб. Существует предел для количества мяса, которое может быть получено с гектара, – предел, который определяется, с одной стороны, размножением животных (скота, кроликов, лошадей) и, с другой стороны, конечно, размножением растений, которые служат им пищей. Существует предел для количества пчел, которые могут жить на данной площади, в зависимости от количества медоносных растений и т.д.

Мы вступаем здесь в оставленную наукой область гармонии, связей между различными видами живого вещества, «цепей жизни», можно сказать.

Эти проблемы находятся в несомненном численном соотношении с размножением, различным сообразно с различными видами организмов. Их можно будет разрешить только после решения проблемы самого размножения.

ется явление апвеллинга, т.е. подъема из глубин водных масс, богатых фосфором и другими питательными для планктонных водорослей веществами. – *Ред.*

¹ [Требуется большей энергии (закон убывающего плодородия)]. – *Ред.*

3. ХОД РАЗМНОЖЕНИЯ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА В БИОСФЕРЕ

47. Постараемся дать явлению размножения живых существ, рассматриваемому в перспективе биосферы, научное описание, насколько возможно общее.

Постараемся совершенно свободно взглянуть на то, что происходит вокруг нас каждое мгновение, постараемся освободить наши представления от всей рутины, которая закрывает всем известные обыденные явления, связь которых с наиболее грандиозными астрономическими явлениями утеряна для нас.

48. Мы открываем тогда в механизме биосферы явление движения материальных тел, имеющих определенную массу и определенный химический состав: это «всюдность жизни», проникновение всюду живых существ, «растекание» их в биосфере путем их размножения.

На первый взгляд это явление как будто не имеет подобных среди бесчисленных явлений Вселенной.

На самом деле происходящие таким образом движения имеют скрытую для нас глубокую аналогию с привычными для нас явлениями, при первом взгляде на них непохожими. Мы должны сделать большое логическое усилие, чтобы уловить эту аналогию, и результат нашего рассуждения нас удивляет, настолько мы привыкли рассматривать как различные эти явления, которые должны быть объединены.

Это явление маленьких нарождающихся существ повторяется в течение мириада лет всегда с одной и той же математической правильностью. Оно, очевидно, находится в связи с действием солнечного излучения, которое, освещая поверхность нашей планеты, заполняет ее непрерывными пучками энергии.

Поскольку мы можем изучить это излучение в его столь разнообразных проявлениях, оно всегда остается одинаковым – стабильным и неизменным для каждого квадратного сантиметра в годовом обращении нашей планеты.

49. Вокруг нас маленькие существа входят каждое мгновение и без прерыва фактом своего возникновения в водоворот движения. Они зарождаются на поверхности суши, во всех малых или больших водоемах ее поверхности, даже внутри самих живых организмов.

Они вступают в движение самым актом своего рождения, ибо эти новые материальные тела, если даже они не имеют самопроизвольного движения, которое было бы им свойственно, должны найти новое, незанятое место (которое им подходит с точки зрения их особенностей). Они выбрасываются наружу телами, которые их порождают, это выбрасывание может быть быстрым, производя на нас впечатление взрыва, или может быть крайне медленным, как бывает в результате отпочковывания или прорастания, но всегда без исключения движение, произведенное таким образом, не является случайным. Оно строго определено числами, которые характеризуют энергию образования этих тел (механизм размножения), расстоянием, которое они должны преодолеть (в зависимости от размеров организма и механизма его питания), и конечной массой, которой они достигают (объем и вес новорожденного и взрослого). Это движение может быть выражено законами механики и энергетики таким же образом и с такой же безошибочностью, как движение звезд

и частиц космической пыли, газовых частиц или материальных предметов, которые падают на землю.

50. Движение всегда с одинаковой правильностью – правильностью, которая может и должна быть выражена математически. Матка термитов, например, откладывает без перерыва на определенном протяжении лет определенное число яиц в минуту – иногда 60. Она безошибочно дает, если это позволяет ей среда, столько яиц в день, сколько в нем существует секунд – 86 400 в среднем. Эти яйца тотчас забираются и выносятся наружу термитами-рабочими.

Это движение правильно в том же смысле, как правилен механизм наших обычных часов или песочных часов. В этих последних зерно песка регулярно падает каждую секунду, так же как каждую секунду выбрасывается – рождается – яйцо термита. Энергия движения в обоих случаях является функцией массы (веса зерна песка и яйца) и их размеров – в предельном случае, поверхности, которая им необходима, чтобы поместиться.

Масса и размеры организма увеличиваются по мере развития яйца до состояния взрослого существа. Следовательно, конечная энергия размножения будет больше в соответствии с этим конечным эффектом роста.

51. Везде и всегда вокруг нас в биосфере происходит такое движение. В водных частях поверхности земного шара оно наиболее интенсивно. Именно здесь особенно сконцентрированы вновь появившиеся бесчисленные мелкие индивидуальные тельца, которые, завладевая местом в мире, *двигаются* с определенной и постоянной скоростью.

Если бы водная масса покрыла всю поверхность Земли и «Панталасса» (Panthalasse) Э. Зюсса (E. Suess) действительно существовала, эти маленькие существа вследствие движения, произведенного их рождением, совершили бы в определенное время «кругосветное путешествие», т.е. полный оборот вокруг твердого ядра земного шара в водной среде, которая его покрывала. Если условия среды не позволяют фактически совершить этот оборот, все же сила, которая могла бы его произвести и которая заложена в организмах, существует и проявляется как потенциальная энергия, насколько это возможно в условиях среды.

Это явление столь постоянное, столь определенное, столь неизменное в своем проявлении, как вращение, которое происходит вследствие всемирного тяготения; вращение частиц космической пыли или газов вокруг более крупного небесного тела, например вокруг Земли в областях, расположенных над стратосферой. Причины движения, конечно, различны в обоих случаях. Но движения всегда могут быть выражены языком одних и тех же понятий, относящихся к механике. Каждое движение может быть определено массой частиц, которые принимают в нем участие, и расстоянием, которое пробегают эти частицы. Движение вследствие размножения организмов находится в очевидном соответствии с их размерами, так как оно является функцией «места в мире» на земной поверхности, которое должны занимать эти организмы, чтобы существовать.

Сила размножения и скорость распространения жизни должны быть, следовательно, тем больше, чем размеры организма будут меньше.

52. Это движение заполняет *Мировой океан*. Мы наблюдаем его в его беспрерывном проявлении в *планктоне*, который покрывает всю поверхность

океана и всю водную поверхность биосферы вообще. Он простирается на миллионы и миллионы квадратных километров.

Микроскопические одноклеточные существа преобладают в нем. Эти клетки порождают новые клетки, делятся с постоянной числовой правильностью, которая изменяется соответственно видам и условиям среды. В средних господствующих условиях температуры и питания океана наших краев каждая клетка раздваивается, делится на два организма один раз в два или три дня. Повышение температуры и улучшение питательных качеств воды могут резко увеличить скорость процесса, но это ускорение не случайно и всегда может быть вычислено заранее. Существа, таким образом создававшиеся, которые могут быть уничтожены только силами, действующими вне их, могли бы в несколько десятков дней, если бы среда это им позволила, заполнить непрерывным и тонким слоем толщиной в 1 организм всю земную поверхность.

Это движение, действие которого, как мы видим, может быть огромным, производится с той же правильностью, как движение астрономического тела.

53. Эти организмы не смогут, конечно, достигнуть своего максимального расцвета.

Среда, которая их окружает, служит этому препятствием. Они дают поколения, которые находятся в строгой зависимости от сопротивления среды и число которых так велико, как это позволяет среда. Это видно на каждом шагу. Так, время от времени поднимаются волны жизни, которые в несколько часов производят миллиарды вновь рожденных организмов и покрывают ими пространство в тысячи и тысячи квадратных километров моря. Когда температура падает, зимой в умеренных или арктических областях, размножение понижается или прекращается. Но всегда возможно вычислить движение, которое проявляется таким образом, и массы маленьких тел, вновь при этом появившихся.

54. В той же самой среде непрерывно производится движение того же порядка со скоростью еще большей. Мельчайшие существа – бактерии быстро размножаются в неизмеримых количествах в этом водном бассейне. Они дают десятки поколений в день. Бактерии объемом 10^{-12} см³ (когда их форма приближается к форме шара, их диаметр достигает $1,25-10^{-4}$ см), которые всегда там находятся, как это показал М. Фишер, могут дать в течение одного дня до 63 поколений (62,84), и они их неминуемо дают, если среда не ставит им в этом препятствий.

У бактерий это движение может быть более интенсивным или более медленным, соответственно условиям среды, но оно имеет место всегда и гораздо более энергично, чем у организмов планктона.

55. Эти микроскопические существа характеризуют океаническую среду, водные бассейны земной коры вообще. Их размножение, непрерывное чрезвычайно быстрое движение новых мельчайших существ отличают водные области биосферы от областей суши.

Размножение этих микроскопических существ образует основу жизни всех других организмов океана – миллионов и миллионов. Более крупные существа сосредоточены по большей части на глубине и по соседству с берегами бассейнов, в очевидной связи с сушей.

Существуют определенные числовые зависимости между различными массами живого вещества, которые они могут образовать. Эти массы не случайны: жизнь одних построена на уничтожении других. Для того чтобы они могли существовать одновременно, должно установиться динамическое равновесие между их массами.

Это равновесие находится в очевидной зависимости от числа особей двух видов организмов.

Эти числа выражают отношение, которое существует между силами их размножения.

Это размножение тем более медленно, чем организм крупнее. Вследствие этого факта движения больших организмов, которые соответствуют их распространению и массам вещества, которые они собирают, всегда более медленны, чем аналогичные движения мелких организмов, которые служат основой их жизни.

Рыбы, млекопитающие, ракообразные, водоросли, иглокожие, черви и все другие бесчисленные морские существа принимают всегда участие своим размножением в этом непрерывном движении. Некоторые из них, как рыбы и млекопитающие, достигают больших размеров, порядка 10^1 и даже 10^2 метров; энергия их распространения соответствует движению масс, которые достигают сотен тонн.

Это движение, которое реально существует, обыкновенно не замечается, но именно оно фактически определяет аспект жизни моря, который нам привычен. Именно оно определяет число живых индивидуумов, распределение организмов в различных областях океана, именно оно в конечном счете образует основу для всюдности жизни в этих водных массах...

Именно это движение в действительности определяет всемогущество жизни в истории нашей планеты, а не стихийные передвижения организмов – не миграции рыб или ракообразных, например, которые при первом взгляде, когда мы начинаем наблюдать жизнь моря, бросаются нам в глаза.

Движение этого крупного населения, которое непрерывно вырастает и вновь исчезает, гораздо менее энергично, более медленно, чем движение, производимое рождением микроскопических существ, которые образуют основу жизни моря.

Если, как это мы увидим в дальнейшем, движение микроскопических существ должно быть охарактеризовано скоростями, которые соответствуют десяткам тысяч и тысячам сантиметров в секунду, движение более крупных организмов замедляется до десятых долей сантиметра в секунду, как мы это наблюдаем у больших китообразных.

56. *Суша* – континенты, острова, почти вся без исключения суша, – пронизана этим самым движением до самых высоких горных вершин, льдов и снегов полярных областей. Жизнь везде, и размножение организмов происходит почти во всех местах, которые она захватывает. Возможно, что только совсем незначительный процент пространства суши остается в стороне от этого движения или только случайно, время от времени, становится местом его деятельности. Несомненно, больше 95% земной поверхности суши представляют поле размножения организмов.

57. Аспект этих явлений очень отличен от того, что наблюдается в водных бассейнах.

Здесь преобладают не микроскопические организмы, одаренные большой скоростью распространения жизни – большой химической энергией, но главным образом автотрофные организмы – организмы, имеющие хлорофилл.

Среди этих организмов, первостепенное значение которых для существования всей живой природы так велико, одноклеточные водоросли планктона составляют господствующую массу в океане. Водоросли и более крупные зеленые растения образуют в нем только скопления, в целом второстепенные, которые содержат лишь несколько процентов всей зеленой живой массы.

На суше преобладают главным образом зеленые растения. Это они образуют основу жизни, дают господствующую массу.

Мы увидим, что их геохимическая энергия гораздо меньше энергии протистов. Если скорость распространения жизни организмов, не превышающих размерами несколько миллиметров (10^{-1} сантиметров), вообще выражаемых в микронах (10^{-4} сантиметров), достигает тысяч сантиметров в секунду, то она лишь редко достигает нескольких десятков сантиметров у зеленых растений.

Объяснение этому факту можно найти в условиях динамического равновесия земной коры так же как и в условиях проникновения солнечного света в жидкую и твердую среду земного шара¹.

58. Я вернусь к обсуждению этого различия в другой части этой статьи. Я касаюсь этого теперь лишь вследствие господствующей роли, которую оно играет в аспекте живой природы в этих областях биосферы.

Размножение всех других существ и движения, вызванные их возникновением, имеют всегда место в среде, заполненной потомством зеленых растений. Это именно на поверхности, занятой зеленой растительностью, другие организмы должны «найти себе место под Солнцем».

Микробы и микроскопические существа сосредоточены только в тонком слое – почве, которая покрывает всю поверхность суши почти непрерывно. Почва необходима для жизни наземных растений. Она заполнена жизнью, которая, конечно, составляет самую значительную часть ее массы, редко менее 20–25%, иногда до 50% и больше. Почва всегда богата жизнью; она представляет в механизме земной коры поле химических процессов, важность которых еще не получила должной оценки.

С точки зрения, которая нас интересует, почва представляет собой среду, абсолютно отличную от того, что наблюдается на ее поверхности.

Она пронизана организмами, одаренными геохимической энергией, самой большой, которую мы знаем: бактерий, диатомовых, одноклеточных водорослей, инфузорий, грибов и других существ мельчайших размеров. Эти крошечные существа играют в ней преобладающую роль и образуют химическую среду, которая напоминает водную среду или илы океана.

Движение, вызванное рождением существ, которые нас интересуют, совершается без перерыва и достигает своего максимального проявления, так как там преобладают организмы, одаренные максимальной геохимической энергией. Организмы, которые проводят всю свою жизнь в почве и отличаются более медленным размножением, сравнительно редки – по числу индивидов на данную поверхность.

¹ Вернадский В.И. *Ход жизни о биосфере*//Природа. 1925. № 10/12. С. 25–38.

59. Зеленые растения не обладают свободой движения.

Может быть, как раз вследствие этого мы можем лучше проследить у них те движения, которые обусловлены их размножением, чем у других организмов.

Мы даже привыкли его видеть.

Мы знаем, что невозделанная почва, не покрытая зелеными растениями, будет неминуемо заселена ими в небольшой промежуток времени. Обычно для этого достаточно несколько лет.

Это заселение ускоряется благодаря занесению туда семян, например, ветрами или бегающими животными; но не они производят самое заселение: это – движение растений, которые захватывают данную поверхность. Это движение, которое мы можем здесь наблюдать, на деле является проявлением самой геохимической энергии зеленых растений. Сила, которая проявляется таким образом, такова, что в общем каждое растение могло бы при самом тесном расположении покрыть сплошь поверхность земного шара – $5,1 \cdot 10^8$ км². Оно могло бы это сделать, если бы это позволила среда, т.е. если бы растение имело в своем распоряжении необходимую почву, если бы оно не должно было бороться против других конкурентов. Нигде, может быть, в живой природе борьба за существование не является столь упорной, столь ожесточенной и столь беспощадной, как среди этих организмов, молчаливых и неподвижных, этих автоматов – основателей наземной живой природы, как это показал с такой глубиной известный русский биолог Г. Морозов, труд которого, к несчастью, остался незаконченным из-за его преждевременной смерти¹. Эта борьба за существование – неизбежное следствие движения этих существ, вызванного рождением их новых поколений.

Если вследствие сопротивления среды распространение какого-либо растения по всей земной поверхности неосуществимо, сила, которая стремится его произвести и которая присуща растению, существует и действует, несмотря ни на что, она-то и проявляется в борьбе растений за существование.

60. Жизнь и размножение всех других живых существ происходят не на свободной поверхности планеты, но на поверхности, уже занятой зелеными растениями. При их внедрении на эту поверхность их размножение в пространстве, уже занятом жизнью, идет более медленно или более быстро в зависимости от их размеров, которые определяют необходимое для них пространство (§ 51).

Это размножение всегда определяется сопротивлением зеленых растений.

Зеленые растения занимают поверхность суши так плотно, как только возможно. Это неподвижные вертикально стоящие организмы. Организмы такой формы всегда способны сжаться в гораздо большее число на определенной поверхности. На каждом шагу мы видим выражение подобного движения, вызванного рождением новых существ, которые стараются вытянуться так высоко в атмосферу, как только это для них возможно. Луга, леса или скопления водорослей девственной природы, которые не были затронуты дезорганизирующей волей человека, часто представляют нам эту картину.

¹ Морозов Георгий Федорович (1867–1920), лесовед, ботаник и географ, создатель современного учения о лесе как биогеоценозе, основатель русской школы лесоведения. – *Ред.*

Животные¹ и грибы в связи с их формой располагаются совершенно по-другому в этих скоплениях зеленых растений, чем сами растения, они стремятся занять наибольшую поверхность, а их форма частично определяет их размножение, позволяет им ускорить его, насколько это возможно соответственно их весу.

Большая часть организмов, которые населяют леса, луга, поля, обладают меньшей силой размножения, чем зеленые растения; только насекомые могут в общем сравниться с ними в этом отношении, но размеры позвоночных животных, взятые по отношению к поверхности, которую эти животные занимают на земле, указывают на движение размножения гораздо более медленное, чем у растений и насекомых. Только движения мелких позвоночных относятся почти к тому же порядку.

61. Если мы исключим микроскопические существа, которые играют лишь второстепенную роль вне почвы, зеленые растения преобладают на земной поверхности, они дают движения, которые не превышают нескольких десятков сантиметров в секунду, обычно меньше. Среди животных насекомые преобладают по их массе, их движение размножения равно обычно нескольким сантиметрам в секунду.

Общая масса больших животных в биосфере меньше массы растений и насекомых. Животное, отличающееся наименьшей известной нам геохимической энергией, – слон. Он распространяется размножением в биосфере со скоростью, которая не превышает долей миллиметра в секунду. То же самое и у человека, вся масса которого на нашей планете – порядка десятков миллионов тонн. Незначительное число в сравнении с массой биосферы!

62. Весь этот бесчисленный мир живых организмов распространяется по Земле без перерыва в течение миллионов лет медленным или быстрым движением сообразно непреложным числовым законам. Эти законы могут и должны быть установлены, ибо только они позволяют нам связать явления, на первый взгляд столь далекие одно от другого, как явления астрономические и биологические.

Связь между ними, как это ни кажется нам удивительным, действительно существует. Она даже фактически всегда очевидна для нас.

Она видна в повседневном мышлении человека, в его заключениях и в его языке каждый день. Она кажется очевидной, но не проникла в научные построения Вселенной.

Она постоянно и на каждом шагу проявляется в значительной роли, которую играет Солнце, и в первую очередь его тепловые и химические излучения в жизни, во влиянии годового и суточного вращения Земли на явления жизни, в значении времен года, в смене дня и ночи.

Сознание этой связи не вошло в наши научные построения Вселенной вследствие разнородности основных понятий, которые лежат в корне наших биологических и астрономических воззрений.

Эта разнородность вытекает не из природы этих явлений, но в первую очередь из того факта, что организмы рассматривали как существа *sui generis*, без связи с биосферой, с которой они непрерывно связаны, и не учитывали их совокупность – живого вещества – и воздействие этой их совокупности

¹ Исключая человека. Конечно, это не случайное явление.

на механизм планеты. Можно придать этому другую форму, и это позволит научно связать обе категории явлений.

Мы изучаем в астрономии движения масс. Аналогичные движения должны быть установлены в биологических явлениях и должны быть связаны с движениями Земли – планетными движениями.

Мы видим эти движения в размножении организмов. Именно они, как мы это видели, составляют основу проявления жизни в биосфере, определяют наиболее важные ее черты. И они находятся в очевидной и тесной числовой зависимости от астрономических явлений – от движений планеты, от энергии светила, к системе которого планета принадлежит. Это именно она, эта энергия, возбуждает движение живого вещества.

63. Эти движения глубоко отличны от движений материальных тел на нашей планете, которые мы постоянно наблюдаем, – движений, которые производят животные, водопады, морские волны, ветры, перемещения всякого рода, совершаемые деятельностью человека. Напротив, существует глубокая аналогия между ними и внутренними молекулярными движениями тел. Эти движения не могут быть непосредственно постигнуты человеческими чувствами; человек может создать себе о них представление только силой длительной абстракции – плодом труда поколений. Существует глубокая аналогия между распространением живого вещества и одним из основных свойств газовых масс, которое является лишь проявлением их молекулярных движений. Эти движения глубоко отличаются от перемещений газовых масс, как ветры или газовые струи, выделения газов из земли. Это *давление* газовых масс, их распространение, *растекание* в окружающей среде.

Молекулярные движения являются нам как свойства самих газов, так как мы не можем никакими способами прекратить их, остановить их, как мы можем сделать это с движениями другого рода – ветрами или газовыми струями.

64. Давление газа есть явление статистическое. Оно является выражением движения *совокупности газовых частиц*.

Имеется полная аналогия между этим давлением и движением, вызываемым размножением живых организмов. Это также статистическое явление. *Это – движение совокупности маленьких тел*, которое никогда не может быть остановлено в своем проявлении, как не может быть остановлено движение газовых частиц. Его наличие проявляется давлением, которое существует всегда, даже когда сама газовая масса остается неподвижной.

То же самое мы видим и при размножении. Если мы хотим поставить препятствие его проявлению, мы должны сделать усилие, затратить энергию – все то, что мы делаем, чтобы почувствовать *давление* газовых тел.

Распространение живого вещества размножением логически аналогично давлению газа.

65. Эта аналогия может быть прослежена в ее разнообразных следствиях. Мы имеем полное право это сделать и выразить оба явления законами аналогичной формы, общим языком.

Отдельные организмы соответствуют газовым молекулам. Их индивидуальные или самопроизвольные движения, миграции животных, перенос растений ветрами или морских животных океаническими течениями так же глу-

боко отличаются от их распространения размножением, как давление¹ газов отличается от индивидуальных движений частиц, проявлением которых оно является.

Основные черты законов должны быть одними и теми же в этих обоих случаях. Столь изящная и точная форма, в которую облеклась на протяжении своего развития кинетическая теория газов, может нам помочь в изучении размножения – почти девственного поля для исследования с этой точки зрения.

В том, что касается специального вопроса, который нас интересует в его связи с земной корой, это изучение не даст нам больших преимуществ. Существует другой способ представить явление – способ *скорости распространения жизни*, независимый от этой аналогии. Я приму его как основу моих исследований.

Я остановлюсь, однако, на важном следствии, которое можно вывести из аналогии с газом и которое позволит определить с большой точностью максимальные значения движения, вызванного в общем размножением живого вещества.

66. Эта картина непрерывного давления живого вещества, движения его распространения не носит, конечно, специфического характера, относящегося только к нашей геологической эпохе. Мы констатируем существование жизни *субаэральной* и жизни водной в эпохи наиболее отдаленные, в археозойскую эру (архейские отложения)². Минералогические и геохимические явления, связанные с жизнью, указывают нам, что аспект природы в ее общих крупных чертах не изменился в течение всего времени, которое охватывает мириады веков³.

Итак, несомненно, что в течение всех этих неисчислимых веков осуществлялось одно и то же движение размножения организмов. Различие между его проявлением в морских бассейнах и на суше должно было быть одинаковым в его главных чертах. Специфическая для каждого живого вида числовая закономерность должна была существовать всегда.

Сами виды не остались неизменными. Живая природа глубоко изменяется в отношении видового состава организмов в течение геологического времени. Это изменение, однако, не могло нарушить основы ее существования – характер ее движения путем размножения.

Это изменение определило числовые отклонения элементов движения – Δ геометрических прогрессий или скорости распространения жизни (§ 90), но характер самого движения остался неизменным.

Числа, которые характеризуют его, Δ и другие (§ 70, 83), могли изменяться только резко, более или менее крупными скачками.

¹ Это описка в рукописи В.И. Вернадского. В данном случае речь идет не о давлении, а о перемещении газов. – *Ред.*

² Субаэральная жизнь появилась значительно позднее водной. Ее раннему появлению мешало почти полное отсутствие в древнейшей атмосфере Земли кислорода, а следовательно, и озонового слоя, защищающего субаэральное живое вещество от уничтожения жесткими коротковолновыми излучениями Солнца. – *Ред.*

³ См. примеч. на с. 556 – *Ред.*

4. ОПРЕДЕЛЕНИЯ – ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

67. В последующем я буду опираться на эмпирические обобщения, которые можно вывести из вековых наблюдений над этими явлениями (§ 12).

Основное понятие, которое я приму как эмпирическое обобщение, *не требующее доказательств*, следующее: *размножение всякого организованного существа может быть выражено геометрической прогрессией.*

68. Эта прогрессия очевидна и может быть установлена непосредственно наблюдением над некоторыми простейшими в случае, когда их размножение производится простым делением каждой клетки. В этом случае каждая клетка (особь) удваивается в продолжение времени, в среднем всегда одинаковом (при определенной температуре). Число организмов, образованных таким образом, в зависимости от времени дается следующей формулой:

$$N_n = 2n\Delta, \quad (1)$$

В этой формуле: N_n – число особей, образованных этим путем в n дней;

n – число дней с начала процесса;

Δ – число поколений в течение одних суток.

Иногда полезно (§ 31) выразить *интервал между двумя поколениями*. Этот интервал – τ – находится в отношении с

$$\tau = \frac{1}{\Delta}. \quad (2)$$

τ может быть выражено в минутах.

Можно рассматривать Δ и τ в этом случае с другой точки зрения. Размножение этих простейших состоит всегда в *удвоении* особей. Каждая клетка делится на две, эти две последние также делятся на две (четыре клетки) и т.д. *Размножение* в этом случае идентично удвоению *особей*. Следовательно, величина Δ представляет число удвоений в течение одного дня, величина τ – время каждого удвоения.

Принимают в расчет сутки, равные строго 24 часам (ноль минут и секунд), которые соответствуют 1440 минутам или 86 400 секундам.

69. Такое схематическое изображение естественного процесса, если бы даже оно абсолютно соответствовало по числовым результатам наблюдаемым фактам, глубоко отличалось бы от самого процесса.

Разница состоит в различии обозначений времени в обоих случаях.

Естественный процесс является процессом перемежающимся; он развивается с паузами и приводит к резким изменениям.

Формула соответствует непрерывному процессу, она выражает явление – происхождение особей – как функцию времени; нет необходимости принимать в ней во внимание интервалы τ и можно вычислить Δ для всех долей τ , не заботясь, в какие именно моменты происходит фактически удвоение.

Мы не принимаем в формуле какого бы то ни было предела для Δ или для τ (§ 68). Математически они могут соответствовать всем положительным числам.

Но если взять Δ в связи с естественным явлением, вычисление числа особей, образованных в определенное время, совершенно соответствует наблюдаемым фактам.

Это совпадение для нас достаточно. Формула не имеет для нас никакого другого значения.

70. Можно представить эту формулу в другом виде, дающем иногда преимущества:

$$2\Delta - 1 = \alpha, \quad (3)$$

где α представляет собой суточное увеличение числа особей по отношению к особям предыдущего дня:

$$2^n = (\alpha + 1)^n = N_n. \quad (4)$$

$(\alpha + 1)^n$ дает нам число особей.

$$\alpha = 2^\Delta - 1 = \frac{N_n - N_{(n-1)}}{N_{(n-1)}}. \quad (5)$$

Ясно, что α может характеризовать данный организм и так же для него характерно, как Δ .

Выражение явления посредством α гораздо более конкретно, чем при помощи Δ , ибо величина Δ соответствует естественному явлению – явлению *размножения* – только в случае простого клеточного деления. В других случаях они представляют собой дроби, при продолжительности деления, выраженной в *единицах* суток. Величины α всегда соответствуют естественному явлению – явлению суточного прироста числа особей.

Суточное увеличение числа организмов по отношению к их числу в предыдущий день – величина α – есть величина постоянная для каждого вида или расы.

71. Эта формула размножения, которая соответствует тому, что мы наблюдаем в действительности для множества видов ресничных, перидиней, диатомовых, жгутиковых, дрожжей и других простейших, для всех бактерий, может быть распространена, по-видимому, на все другие организмы без исключения.

Конечно, ее значение тогда изменится и не будет иметь ничего общего с ходом самого процесса, но оно все же позволит получить путем подсчета то же самое число особей, которое образовано в природе совершенно другим путем.

Как я уже указывал (§ 68), мы не требуем ничего другого от этой формулы, как в случае, когда Δ формулы соответствует числу поколений и удвоенный особей в течение суток.

Размножение живых организмов давно представляли таким образом. Уже у предшественников Мальтуса в XVIII в. встречается представление о размножении человека, выраженное периодами удвоения населения. Это есть уже указание величины Δ .

72. Выражение размножения единой формулой не только облегчило бы расчеты, но дало бы возможность численно сравнивать крайне сложные явления природы. Их сводят, таким образом, к единому масштабу.

Чтобы убедиться в возможности применения к этим столь сложным и столь мало анализированным явлениям одной и той же формулы размножения, могущей служить во всех этих случаях, глубоко различных на первый взгляд, у нас есть единственный путь – путь эмпирический.

Его надо применить к наиболее различным и конкретным случаям и от-
дать себе отчет в результатах. Это метод, которому я следовал, и пришел к
убеждению, что применение этой формулы было в действительности воз-
можно в самых разнообразных и очень сложных случаях, быть может – во
всех случаях.

Эта формула, конечно, может быть применена ко всем большим отделам
живой природы.

Я не могу здесь войти в обсуждение этого предмета и укажу только на
гипотезу, которая смогла бы, может быть, объяснить существование единой
формулы.

Быть может, эта формула оказалась бы связанной с происхождением са-
мого механизма размножения. Возможно, что в древние эпохи этот механизм
был единственным и общим для всех организмов и что он соответствовал
делению клетки. Возможно, что все его современные формы, даже наиболее
сложные, представляют собой лишь эволюцию этого единственного и перво-
начального типа.

Но и отрицательное решение этой гипотезы не может ни в чем изменить
полученный эмпирический результат, существование единой формулы для
размножения вообще, формулы, которая совпадает с формулой удвоения кле-
ток делением.

73. Применяя эту формулу как выражение размножения, мы по необходи-
мости производим некоторые подразумеваемые допущения, которые необхо-
димо отметить; они глубоко изменяют смысл формулы.

В первую очередь Δ никогда не может рассматриваться как величина тож-
дественная числу поколений у многоклеточных.

Δ может представлять собой только число удвоений клетки. Это удвоение
обычно происходит не по многу раз в сутки, и ход его независим от этого мас-
штаба. У многоклеточных в течение суток удвоение может быть представле-
но только дробным числом.

Оно независимо или связано очень сложным образом со сменой поколе-
ний у многоклеточных. Осуществление удвоения числа особей у них часто
требует продолжительности десятков и сотен суток. Эта продолжительность
может быть выражена не минутами, как в случае простейших, но годами.

74. Глубокое различие, которое существует между Δ и числом поколений
у многоклеточных, становится очевидным, если рассматривать их значения
в живой природе.

Продолжительность времени между поколениями изменяется от 22–24
минут (бактерии) до одной или двух сотен лет (зеленые растения), т.е. от
 $6 \cdot 10^{-2}$ до $3,65 \cdot 10^4$, может быть, $7 \cdot 10^4$ дней. Δ изменяется между $6,5 \cdot 10^1$
(бактерии) и $1,0 \cdot 10^{-4}$ (слон).

Применяя формулу к различным организмам, мы, несомненно, глубоко
изменяем значение Δ^1 .

75. Факт, что размножение этих организмов является во многих случаях
очень медленным и не соответствует единице времени (сутки), делает это из-
менение еще большим.

¹ Я вычислил размножение частично по формулам проф. Е. Холодковского, которые я даю в
приложении. Пользуюсь случаем выразить ему здесь свою признательность.

Наблюдают, например, у многочисленных видов размножение, при котором число поколений находится в очевидном соотношении с годами. В наших вычислениях мы рассматриваем год равным 365 дням.

Так, большое число видов птиц, рыб, мелких млекопитающих дает свое потомство или откладывает яйца один раз в год. Надо думать (§ 33), что интервал «в один год» колеблется для всех этих организмов, но близок к 365 дням.

Абсолютное отсутствие наблюдений над точным интервалом, который существует между двумя рождениями – двумя последовательными поколениями, обязывает нас всегда рассматривать эти интервалы как равные году в 365 дней и удовлетворяться, таким образом, расчетами по необходимости несколько приближенными.

Поправки, которых требуют эти числа, не будут, по-видимому, очень большими. Они не изменят заметно величину характерных для каждого вида констант α и Δ .

76. Однако формула, которая выражает годичное размножение в суточном масштабе, непременно вызывает осложнения совершенно другого рода, которые необходимо тотчас же отметить.

Ясно, что формула (1)

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

не может иметь реального значения в том случае, когда n равно $m \cdot 365$ дней, где m – целое простое число.

Все наши вычисления α или Δ для промежуточных дней не отражают естественного факта, так как процесс осуществляется только резкими скачками в моменты рождения, которые следуют за интервалами покоя, равными 365 или вообще $m \cdot 365$ дням.

Величина α или Δ , выраженная, как для других организмов по отношению к суткам, соответствовала бы реальному явлению, только если мы их умножим на 365 или на $m \cdot 365$.

Однако сравнение в этом случае таким образом полученных α и Δ с α и Δ организмов, размножение которых измеряется сутками, следовало бы тогда таким же образом соответственно умножить, не дало бы результата. Высший предел размножения неизвестен, и мы не можем пользоваться для всех организмов одной устойчивой и неизменной шкалой времени. Она должна была бы соответствовать шкале с самой долгой продолжительностью между двумя последовательными поколениями.

Было бы проще представить положение вещей, воспользовавшись для этих расчетов самой маленькой единицей времени, которая была бы не случайной, но представляла бы для живого вещества естественную величину.

Естественная единица должна была бы соответствовать наименьшей возможной между двумя последовательными поколениями продолжительности времени – около двадцати минут, не более.

Мы берем единицу, которая не слишком превосходит порядок явления – сутки в 1440 минут.

Можно не принимать в расчет того, что в этом случае α и Δ многочисленных живых видов представляют только части их реальных значений, ибо

всегда известен коэффициент, который позволяет получить их с желаемой точностью.

Можно будет всегда, когда это позволит состояние наших знаний, представить действительное значение этих чисел по отношению к точной единице максимальной или минимальной продолжительности времени, которая существует между двумя поколениями во всем живом веществе.

Характер механизма самого размножения, который сильно отличается от деления клетки, представляет трудности другого рода.

Этот механизм является всегда механизмом полового воспроизведения, часто очень сложного в своем проявлении и своей структуре.

Всегда в подобном механизме некоторое число рожденных особей, несомненно, не даст потомства, и в то же время единичная особь также не может его дать.

Следовательно, формула

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

взятая даже в форме

$$2^n \cdot 365\Delta = N_n,$$

не может дать нам (без поправок) точное число особей.

Чтобы получить поправку, надо знать отношение между самцами (бесплодными) и самками. Эти данные различны соответственно видам и расам, они являются достаточно устойчивым и характерным свойством.

Можно заметить, что эта поправка – функция времени (лет). В проблемах, которые нас интересуют, ею вообще можно пренебречь.

77. Пример объяснит нам, возможно, лучше ход вычислений, чем это делает длительное рассуждение.

Возьмем простой, но очень обыкновенный случай, который наблюдается у мелких птиц, у мелких млекопитающих и некоторых рыб. Отношение между числом самцов и самок равно единице, т.е. половина потомства не дает последующих поколений, или, иначе сказать, не меняет формул – потомство образовано вследствие соединения мужского элемента с элементом женским. Потомство образуется один раз в год, и новые существа начинают воспроизводиться в следующем году.

Если не учитывать смерть¹, число особей, которое может родиться в этих условиях, будет соответствовать формуле:

$$Nm = 2(1 + q)^n, \quad (6)$$

где $m = n \cdot 365$; $q = \frac{a}{2}$, a – число детенышей, яиц и т.д. в течение года. При-

¹ Это можно сделать, ибо влияние смерти становится нечувствительным в течение малого числа лет, если учесть точность наших вычислений. Разность между числами особей, которые дают потомство, и теми, которые должны быть исключены вследствие их смерти, становится вскоре огромной, может быть выражена 10^n , где n возрастает как функция лет с большой скоростью. Конечно, для очень точных вычислений, в особенности для крупных организмов, одаренных медленным размножением, необходимо вводить поправки на смерть или старческое бесплодие.

мая $N_m = 2^{n^{365\Delta}}$ имеем: $2^n^{365\Delta} = 2(1+q)^n$, откуда

$$\Delta = \frac{1}{365n} + \frac{\lg(1+q)}{365 \lg 2} = \frac{0,00274}{n} = \frac{\lg(1+q)}{365 \lg 2} \quad (7)$$

$\frac{0,00274}{n}$ является поправкой, которая одинакова для всех организмов, наделенных одинаковым механизмом воспроизведения.

Эта поправка обратно пропорциональна числу лет и может стать как угодно малой, если число лет достаточно велико. В то же время второй член $\frac{\lg(1+q)}{365 \lg 2}$ будет иметь определенный предел.

78. Эти члены выражения Δ изменяются в зависимости от условий размножения. Они иные в случаях, когда отношение между числом самцов и самок не равно единице или когда потомство начинает давать новые поколения не в следующем году, но через несколько лет после своего рождения. Я не буду останавливаться на обсуждении этих многообразных случаев, ибо все они имеют одни и те же общие черты.

Δ всегда может быть представлена двумя членами формулы, из которых один, как функция лет, стремится к нулю, другой приближается к определенному количеству, к определенному пределу.

Для проблем, которые нас интересуют, достаточно принять во внимание только тот член для Δ , который стремится к пределу.

Δ_{lim} (соответственно α_{lim}) будет обозначать такое предельное значение Δ .

Мы вправе в явлениях биосферы брать Δ_{lim} вместо Δ реальных, ибо в живой природе, явления которой они отражают, размножение идет в течение бесчисленных веков; член выражения, относящийся к размножению за год, исчезает в этом масштабе явлений.

79. Величины α и Δ недостаточны для количественного изучения распространения живого вещества в биосфере.

Они не только не находятся в каком-нибудь отношении с биосферой, но они не позволяют получить количественно устойчивые отношения между конкретными элементами размножения различных живых видов.

Ясно, что невозможно сравнивать между собой различные α , ибо отношение между ними изменяется как функция времени и соответствует в каждый момент различным числам.

Мы можем сравнить только числа организмов, образованных в одной и той же продолжительности времени, т.е. (§ 70)

$$\frac{(\alpha + 1)^n}{(\alpha_1 + 1)^n} = r. \quad (8)$$

α и α_1 характеризуют два различных вида, n – число дней.

Ясно, что r меняется как функция n , оно не является константой.

Конечно, принимая во внимание особые свойства времени в биологических явлениях, можно прийти к получению количественных соотношений, но они или слишком сложны, или недостаточно точны.

80. Конечно, можно всегда количественно сравнивать различные Δ различных видов. Отношение

$$\frac{\Delta}{\Delta_1} = r_1 \quad (9)$$

всегда постоянно (Δ и Δ_1 характеризуют различные виды или один и тот же вид, подвергнутый различным условиям размножения).

Как мы видели (§ 73), Δ не может быть сведена к конкретным явлениям размножения.

Надо стараться выразить отношение r_1 иначе, придать ему понятную форму.

81. Два уже старых эмпирических обобщения, о которых я говорил (§ 12), могут нам помочь это сделать.

Одно из них (§ 12) указывает на существование определенного отношения между *размерами* организованных существ и их размножением. Размножение обратно пропорционально размерам: по мере того как существа становятся меньше, они размножаются все более и более быстро, и обратно. Вследствие такого размножения силы окружающей среды это им позволили (§ 14). Это заселение осуществилось бы тем более быстро, чем размеры организмов были бы меньше.

Эти два обобщения вносят новое понимание в наше рассуждение.

Они выражают размножение не только по отношению к механизму воспроизведения, по отношению к организму, но они определяют его по отношению к поверхности земного шара – к биосфере.

82. Основываясь на этих обобщениях и пользуясь α и Δ , мы приходим к новому пониманию размножения в связи с биосферой.

Отношение между различными Δ – отношение r_1 (§ 79), которое является постоянным и независимым от времени, сохраняет всю свою важность. Но оно выражает тогда отношение не между Δ , которое мы не можем себе представить, но между конкретными явлениями, имеющими место в природе, о которых мы можем создать себе ясное представление.

Я остановлюсь здесь на двух константах, которые я назову ϵ и ν и из которых одна мне кажется очень важной и очень удобной для научного исследования этого большого явления природы.

83. Я назову ϵ время (выраженное в сутках в 24 часа), необходимое для того, чтобы один организм полностью заселил земную поверхность.

Представим себе явление следующим образом: каждое новое существо занимает одну и ту же поверхность, *наименьшую возможную по отношению к его размерам*. Время, необходимое для того, чтобы вся земная поверхность была таким образом занята, является, очевидно, функцией размножения, ибо оно тем меньше, чем число образованных организмов больше.

Итак, мы имеем:

$$\epsilon = \frac{S}{k(\alpha + 1)^n} \quad (10)$$

где s – поверхность Земли, равная $5,10065 \cdot 10^{18}$ см²; k – особый коэффициент для каждого вида в определенном отношении с его максимальными размерами.

Вычисления, которые могут быть таким образом произведены, показывают, что колебания для ϵ могут быть огромны. Минимальные ϵ , указывая на наиболее быстрое размножение, соответствуют бактериям, они недостигают двух дней. Максимальные ϵ свойственны крупным млекопитающим – для слона (индийского) ϵ равно почти двум годам¹.

84. Чтобы иметь ясное представление о силах размножения двух живых видов, достаточно сравнить количественно их соответствующие величины ϵ .

Можно сказать, что, например, размножение слона в 271 923 раза менее быстро, чем размножение *Bacterium typhi*. Если для *Clupea harengus* $\epsilon = 4435,5$ и для *Clupea spratus* $\epsilon = 3595,0$, можно быть уверенным, что их распространение размножением в биосфере выражается отношением

$$\frac{\epsilon}{\epsilon_1} = \frac{4435,5}{3595,0} = 1,2336.$$

В случаях, когда k одно и то же, всегда существует следующее отношение:

$$\frac{\Delta}{\Delta_1} = \frac{E_1}{E} = r_1. \quad (11)$$

Мы имеем здесь выражение r_1 в форме, которую мы можем себе конкретно представить.

85. Этот результат является следствием общего природного явления, которое требует существования определенного одинакового предела для размножения всех организмов без исключения.

Механизм их размножения математически не имеет предела.

$2^{n\Delta} = N_n$ остается одной и той же для всех величин Δ и n , которые мы можем себе представить. Но фактически это размножение имеет место в пределах нашей планеты и никогда не может их превзойти.

Если по какой-нибудь случайности организм достиг числа индивидуумов N_n , равного $(\alpha + 1)^n$ в формуле (10), его механизм неизбежно перестал бы проявлять себя в окружающей среде.

Число N_n оставалось бы неизменным, если бы вновь образованные организмы не нашли себе свободного места, где они могли бы жить.

Мы видим в маленьком масштабе на каждом шагу выражение этого состояния постоянного размножения живых существ: поверхность пруда, покрытого *Lemna*, или ствол платана, окрашенным в зеленое слоем *Protococcus*, – примеры всем наглядные. Числа особей *Lemna* или *Protococcus* постоянны, ибо поверхность их обитания строго ограничена.

86. Постоянное число особей на земной поверхности, которое теоретически может быть достигнуто каждым организмом, дает нам возможность сравнить их размножение одинаковым образом, как мы это делаем при помощи ϵ .

Два живых вида дают всегда – в условиях оптимального размножения – числа организмов все бóльшие и бóльшие, и расхождение между этими числами увеличивается как функция времени.

¹ По современным данным, от 607 до 641 дня. – *Ред.*

Можно представить это расхождение следующей формулой – видоизменением формулы (8):

$$\frac{(\alpha + 1)^n}{(\alpha_1 + 1)^n} = \delta \text{ или } \delta = \frac{(\alpha + 1)}{(\alpha_1 + 1)}. \quad (12)$$

Когда организм, обладая более быстрым размножением, достигает своего постоянного стационарного состояния, его механизм перестает проявлять себя. Второй организм сможет еще размножаться до тех пор, пока он достигает также своего стационарного состояния. Формула (12) будет тогда иметь вид

$$\frac{(\alpha + 1)^n}{(\alpha_1 + 1)^{n+p}} = \frac{N_n}{N_{n+p}} = r_1 = \frac{E_1}{E} \quad (13)$$

где $N_n = (\alpha + 1)^n$ – стационарное число одного из организмов;
 $N_{n+p} = (\alpha + 1)^{n+p}$ – стационарное число другого организма.

87. Существует некоторая неточность в понятиях E стационарного числа вследствие несколько произвольного определения k . Мы не можем при современном состоянии наших знаний дать ему более точное определение. Коэффициент K находится в зависимости от размеров организма – он выражает минимальную поверхность, на которой организм может поместиться. Но такое определение недостаточно точно, чтобы безошибочно определять этот коэффициент.

Мы можем в настоящее время действовать лишь ошупью и можем составить только приблизительные определения. Надо найти для будущего более общее решение, которое, конечно, существует.

Этот недостаток в состоянии наших знаний отражается на всех наших числовых данных. Правда, легко убедиться, что изменения величины k проявляются гораздо меньшими изменениями ϵ и постоянных чисел стационарного размножения. Порядок этих величин можно считать известным.

88. Можно выразить k (§ 83) различными способами. Я основывал свои вычисления на двух представлениях, но можно для них брать и другие. Прежде всего можно представить себе его как квадрат, соответствующий наибольшему измерению организма в его проекции на поверхность Земли. Для организма с длиной a и шириной b получают таким образом:

$$k_1 = a^2 \quad (14)$$

Можно себе представить организмы в более сжатом виде и допустить, что k должно соответствовать максимальной плотности их распространения на поверхности. Его величина будет тогда равна:

$$k_2 = a \cdot b \quad (15)$$

Я не хочу углубляться в детали определения k , которые возбуждают, однако, интересные проблемы. Я вернусь к этому предмету во второй части моей статьи. Но ясно, что эти проблемы могут быть решены только постепенно, когда определения этого рода войдут в практику.

Не следует, однако, забывать, что величины E , а в особенности N и S так велики, что небольшие изменения k_1 и k_2 в общем не представляют важности.

89. Анализ понятия k приводит нас к новому пониманию этого коэффициента, который, конечно, будет иметь значение в дальнейшем изучении проблемы.

Я должен, однако, упомянуть его здесь, ибо это новое понимание k позволяет нам уже с настоящего момента уточнить величину изменений ϵ и V .

Можно представить k без учета размеров организма, допустить, что его зависимость от размеров очень сложна и что k_3 *представляет минимальное пространство, необходимое для существования организма.*

Несомненно, что каждый организм требует для своей жизни определенное пространство – ареал обитания. Указывают, например, для слона это пространство равным 30 квадратным километрам¹. В зоотехнике полагают, что жизнь коровы или быка требует гектара лугов, в лучшем случае 44, даже 35 аров. Плотность планктона или пространство существования пчел регулируется числами также точными и определенными.

Это пространство – ареал обитания – определяется энергией питания и дыхания и, следовательно, не может быть случайным и свободно изменяемым. Оно должно быть, конечно, в определенной зависимости от размножения, которое является одним из наиболее основных свойств жизни.

Для большинства организмов этот ареал обитания известен только очень приблизительно. Для зеленых растений, в особенности для травянистых, k_3 , по-видимому, очень близко, если не равно k . Можно его вывести из данных о количестве семян, высеваемых на гектар (наиболее выгодном для урожая).

Следует отметить, что изменения величин ϵ и N_1 , произведенные введением в вычисления k_3 , заменяющего k_1 , как бы велики они ни были дают нам в основных чертах числа того же порядка.

Так, например, для слона

k_1	(= $4,9 \cdot 10^3$ см)	k_3	(= $3,0 \cdot 10^3$ см)
	478 584,8 дней		376 121,4 дней
N	= $1,04 \cdot 101^3$		$1,7 \cdot 10^7$

90. Основываясь на ϵ , можно выразить силу размножения еще другим образом, который мне кажется очень удобным для расчетов и который позволяет прийти к представлениям о движении гораздо более конкретным, чем те, что нам дают сравнения и анализы.

Ясно, что ϵ – число дней, необходимых для заселения поверхности Земли организмом, который размножается, определяет движение.

Это движение является движением распространения живого вещества, подобно движению газовой массы (§ 63). Следовательно, ему можно дать выражение соответственно другим движениям, определить *его скорость*.

Я называю эту скорость растекания живого вещества по поверхности биосферы *скоростью передачи жизни*; это – постоянная – константа V .

91. Скорость передачи жизни размножением – V – выражается в сантиметрах, которые живое вещество проходит в секунду в любом направлении по прямой линии.

¹ По современным данным, для пропитания одного слона и течение года нужна растительность с площади около 5 км². – *Ред.*

Когда организм заселяет всю земную поверхность, он делает это в течение времени ε , совершая «кругосветное путешествие».

Какой бы то ни был организм, который был один на экваторе, на этой наибольшей окружности нашего земного шара, при начале своего размножения, в конце своего движения через ε дней будет частью непрерывной цепи организмов, цепи, которая займет весь экватор.

Движение распространилось, таким образом, в направлении экватора со скоростью, которая отвечает длине экватора (в сантиметрах), разделенной на число секунд, отвечающее времени ε .

Таким образом,

$$V = \frac{E}{\varepsilon}, \quad (16)$$

где E – земной экватор, равный 40075, 721 км, т.е. $4,0075721 \cdot 10^9$ см.

Можно дать формуле (16) более конкретное выражение, подставив для E и S их соответственные числовые значения и выразив E как функцию Δ и α . Тогда мы имеем

$$V = \frac{46383,93 \cdot \lg(\alpha + 1)}{18,70762 - \lg k}, \quad (17)$$

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

92. Константа V выражает конкретное явление, определяет большое, непрерывающееся движение, которое имеет место в биосфере.

Она отвечает реальной скорости распространения жизни путем размножения, так как $4,0075721 \cdot 10^9$ см – *наибольшая длина, которая может быть достигнута каким бы то ни было организмом при размножении.*

Ни один организм не может превзойти эту длину, так как механизм размножения перестанет действовать, когда организм заселит всю земную поверхность. Окружность экватора является на этой поверхности наибольшей длиной.

Ни один организм никогда не может заселить всю планету и, таким образом, пройти все число километров, отвечающих экватору.

Но, размножаясь, он распространяется по всем направлениям с одинаковой скоростью так как его движение подчиняется закону инерции; оно останавливается в своем ходе только внешними силами, условиями среды, а не свойствами механизма размножения организма.

Следовательно, скорость передачи жизни определяет характер всех этих движений так же полно, как это делает другая скорость для какого-либо другого движения.

Эта скорость столь же определена и постоянна для каждого организма, даже для самого редкого и для самого мелкого, как определена и постоянна скорость движения каждого небесного тела, большого и маленького.

Она различна и характерна для всякого однородного живого вещества, она является его важной и характерной константой.

5. СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ЖИЗНИ В БИОСФЕРЕ И ЕЕ ВЫСШИЙ ПРЕДЕЛ

93. Изучение скорости передачи жизни позволяет нам вывести многочисленные и важные заключения с точки зрения биологической и геохимической.

Я не могу входить здесь в сколько-нибудь подробное обсуждение этого вопроса, но большая важность этого понятия для той проблемы, которой я занимаюсь, заставляет меня остановиться на нем, поскольку это необходимо для основной проблемы. Я ограничусь тем, что скажу о заключениях и обобщениях, которые могут быть уже сейчас выведены из понятия скорости передачи жизни. Во второй части статьи я войду в большие подробности, я дам дополнительные соображения и войду в обсуждение практических предложений, которые могут быть выведены из этого нового понятия. Я тогда дам также результаты подсчетов, которые относятся к разным классам и видам организмов.

Надо всегда иметь в виду, что понятие скорости – это новое понятие, изучение которого только намечено в общих чертах и следствия из которого по большей части еще не выведены.

94. Можно сравнивать количественно между собой скорости передачи жизни у различных видов, так же как величины Δ , ϵ или N_1 .

Отношение $\frac{V}{V_1} = r$ показывает, что скорость V одного организма в r раз больше V_1 , скорости передачи жизни другого организма.

При условии одинаковых коэффициентов r существует отношение:

$$\frac{\Delta}{\Delta_1} = \frac{\epsilon_1}{\epsilon} = \frac{N}{N_1} = \frac{V}{V_1} = r_1. \quad (17)^*$$

95. В общем колебания величины этой скорости для различных видов живого вещества должны быть того же порядка, как колебания величин Δ , ϵ , N_1 , хотя эти понятия и величины при первом взгляде очень от нее отличны.

Наибольшая наблюдавшаяся скорость – это скорость бактерий, самых маленьких известных нам существ, размеры которых 10^{-4} – 10^{-5} .

Наименьшая скорость должна отвечать организму с наименьшей Δ . Скорость V слона должна дать представление об этой величине.

Мы не могли бы вывести никаких заключений из колебаний величин N_1 , α , ϵ , Δ , так как они соответствуют понятиям, которые мы не можем сравнить ни с чем, нам известным.

Но колебания величины, даже в узких пределах, имеют большое значение, когда они касаются *скорости движения*. Такие скорости нам известны для бесконечного количества объектов – тел и явлений.

Понятие скорости движения – это одно из основных научных понятий. Порядок скорости дает нам всегда сам по себе представление о важности явления, о его положении в совокупности природы.

* Повтор нумерации формул. Так у автора. – Ред.

Одно сравнение этих новых скоростей с совокупностью других известных должно нам позволить установить новую твердую базу исследований, должно нам открыть новые возможности в изучаемой проблеме.

Так это и было на самом деле.

96. Первый удивительный факт, который мы устанавливаем, определяя максимальную скорость V , это то, что эта скорость очень близка к скорости звука в воздухе, вероятно, совпадает с ней.

Для вибриона холеры, например, V равна 33 100 см в секунду.

Это совпадение не может быть случайным, оно требует объяснения и толкает на несколько более углубленное обсуждение положения тех существ, которые наделены такой скоростью в монолите жизни.

Скорость звуковых волн в газовой среде зависит от самых основных свойств газов, от их плотности и от их упругости.

Мы уже указывали раньше, что существует аналогия, реальное сходство между движением живого вещества, вызванным размножением, с одной стороны, и давлением газа, следствием которого является скорость звуковых волн, – с другой (§ 63).

Существует также естественная глубокая связь между размножением организма и их *газовым обменом*.

Размножение есть функция жизни, но оно имеет место только в случае, когда существует газовый обмен. Латентная жизнь, когда этот обмен или минимальный, или вовсе не существует, не дает явления размножения.

Все это приводит к мысли, что совпадение скоростей этих двух явлений не случайно.

97. Прежде чем обсуждать этот вопрос, попытаемся определить место, которое занимают организмы, наделенные такой скоростью передачи жизни, – бактерии в системе живых существ.

Мы уже видели, что бактерии представляют наибольшую величину Δ , которая для них совпадает с числом поколений в сутки. Промежуток, существующий у них между двумя поколениями, самый короткий, который мы знаем. В то же время это организмы, которые имеют наименьшие размеры.

Их положение является, таким образом, исключительным в системе живой природы.

Размышляя на эту тему, мы приходим к мысли, что эти мельчайшие существа определяют границу монолита жизни, образуя, быть может, основу жизненных проявлений.

98. Большая скорость передачи жизни у них позволяет нам углубить этот вопрос.

Наименьшие размеры бактерий отвечают нескольким стомиллионным сантиметра (до $5 \cdot 10^{-5}$ для диаметра только некоторых бактерий, конечно). Мы знаем, что размеры порядка 10^{-8} см отвечают уже расстояниям между атомами у кристаллов. Размеры порядка 10^{-7} см отвечают наименьшим расстояниям между молекулами газа, так как для газов существует следующее уравнение:

$$N = 2,7 \cdot 10^{19}$$

Это означает, что 1 см^3 газа при давлении 760 мм и 0° содержит число молекул, равное N . Расстояния между молекулами неизбежно будут порядка 10^{-7} см.

99. Эти пределы не могут быть достигнуты ни одним организмом. Следовательно, самые маленькие существа не могут иметь размеры меньше 10^{-6} см. Размеры бактерий уже очень близки, они порядка 10^{-5} см для самых маленьких.

Изучение размножения бактерий и величины того движения, которое есть его проявление, позволяет определить этот предел жизни с известной точностью.

С этой большой скоростью, которая характеризует бактерии, они могут заполнить пространство в 1 см^3 в несколько часов. Но несомненно, пространство в 1 см^3 никогда не может содержать количество существ, которое было бы близко к $2,7 \cdot 10^{19}$, – иначе *их совокупность представлена была бы частичками газов, а не микроскопическими существами.*

Если бы скорость размножения превосходила 33 100 см/сек, размеры организмов должны были бы быть гораздо меньше, чем размеры бактерий, и объем в 1 см^3 был бы, несомненно, заполнен числом живых точек несравненно более сложных, чем молекулы газа, и число их сильно превысило бы возможный для газа предел.

Один кубический сантиметр мог бы содержать 10^{18} крошечных шаровых организмов, диаметр которых был бы $1,2407 \cdot 10^{-6}$ см. Принимая наибольшую скорость V равной 33 100 см/сек, 1 см^3 был бы заселен этим предельным числом крошечных шариков в несколько часов.

Если бы для величины V не было предела, она должна была бы достигнуть для всех организмов размеров в 10^{-6} см невероятных чисел и заселение 1 см^3 живым веществом, т.е. телом, существование которого связано *газовым обменом с окружающей средой, совершилось бы почти мгновенно.*

Это в высшей степени мало вероятно, ибо во время размножения живые существа *дышат. Это дыхание – газовый обмен со средой – идет тем более интенсивно, чем быстрее идет размножение организмов.* Предполагаемые существа, о которых мы говорим, должны были бы иметь газовый обмен такой интенсивности, которая превосходит всякую известную меру.

Газовый обмен – дыхание – регулируется не только свойствами живых существ, но в не меньшей степени основными свойствами газообразного состояния материи.

Из этого следует, что *необходимо искать в этом состоянии материи предел максимальной величины размножения, т.е. максимального числа для скорости V .*

Величина V должна, таким образом, несомненно, иметь высший предел, и этот предел должен находиться в тесной связи со свойствами газов.

Надо принять, что предельная величина V не может превысить скорость звуковых волн в газовой среде дыхания. Иначе мы придем к абсурдным выводам. Так, нужно было бы в таком случае допустить почти мгновенное заселение 1 см^3 множеством в 10^{18} крошечных существ, которые жили бы все это время в интенсивном газовом обмене с молекулами газа в том же сосуде (дышали бы).

100. Бактерии размножаются в жидкой среде. Число молекул газа, которые могут в ней существовать, в 1 см^3 несомненно меньше, чем $2,7 \cdot 10^{19}$.

В обмене, который совершается в этом объеме между молекулами и живыми существами, несомненно, должно *существовать устойчивое отношение между числом молекул газа и постоянным числом живых существ.*

Это второе число не может быть больше первого. Следовательно, нельзя признать вероятным, чтобы число порядка 10^{18} могло бы быть постоянным числом для какого бы то ни было организма.

101. Бактерии имеют размеры порядка 10^{-4} – 10^{-5} см^1 . Для кокков объемом в 10^{-12} см^3 (диаметром $1,2407 \cdot 10^{-4} \text{ см}$) 1 см^3 должен содержать 10^{12} этих крошечных существ, которые его наполняют; они достигнут стационарного состояния за многочасов.

Это количество, которое, несомненно, существует, является вполне реальным и может служить основой наших суждений. Оно показывает, что 10^{12} организмов, которые дышат с большой интенсивностью и скорость V которых близка к скорости звуковых волн, могут существовать в объеме в 1 см^3 . Газовый обмен может реально иметь место в этих условиях. Но до каких пределов может увеличиваться это число?

Мало вероятно, чтобы оно много превосходило 10^{13} – порядок стационарных чисел для цилиндрических форм – бацилл, имеющих наименьшие размеры.

Наибольшая величина скорости V в применении к микробам должна в конечном счете регулироваться *диффузией газов в жидкостях*, так как это всегда такие существа, которые живут в водных растворах или в органических жидкостях. Диффузия газов в жидкостях, так же как и скорость звуковых волн в газовой среде, является функцией упругости газа.

Можно заключить из этих соображений, что существование предела для величины V_i ее наивысшее значение представляют проявление *дыхания* живого вещества – большого явления жизни в биосфере. Общие свойства газообразного состояния материи определяют его.

Эти свойства регулируют в конечном *итоге размножение* организмов и *движение их растекания.*

102. Существование определенного предела величины константы V позволяет углубить представление о *геохимической энергии живого вещества.*

Эта энергия проявляется в действии размножения живого вещества в биосфере и может быть измерена интенсивностью размножения по отношению к биосфере.

Скорость передачи жизни в биосфере V уже дает представление об этой энергии для различных живых видов. Но ее одной недостаточно для определения этой энергии. Нужно знать массы, скорость движения которых она показывает.

Кинетическая энергия движения $\frac{mV^2}{2}$ превратится в этом случае в $\frac{pV^2}{2} = l$, где p – средний вес организма, l – кинетическая энергия.

¹ Наши подсчеты, сделанные для шаровых и цилиндрических организмов, принимая для них максимальную скорость передачи жизни, раннюю $33 \cdot 100 \text{ см/сек}$, дают наименьшие размеры бактерий, порядка 10^{-5} .

Ясно, что кинетическая энергия различных видов живого вещества колеблется меньше, чем сама скорость V так как эта скорость уменьшается с увеличением размера, а следовательно, и веса.

Наши познания о среднем весе организмов очень недостаточны. Мы вынуждены поэтому давать кинетическую энергию не по отношению к весу, а по отношению к объему и плотности:

$$l = \frac{ap_1 V^2}{2}. \quad (17)$$

где a – средняя плотность организма, p_1 – его средний объем.

Удобно пользоваться выражением, где a равно единице, так как плотность организмов, всегда богатых водой (60–99,8%), близка к плотности водных растворов.

В этом случае

$$l = \frac{p_1 V^2}{2}. \quad (18)$$

103. Кинетическая энергия этого движения имеет большое значение в выражении заселения поверхности нашей планеты.

Можно брать эту кинетическую энергию по отношению к одному гектару. Выраженная таким способом, она может быть рассматриваема как выражение геохимической энергии однородного живого вещества. Ибо она даст нам энергетическое представление о его размножении по отношению к единице поверхности биосферы.

Перенося явление на гектар, мы идем обычным путем изучения плодородия.

При таком представлении мы принимаем во внимание для водных организмов только их тонкую поверхностную пленку. Такое же представление должно быть сделано и в отношении паразитов.

Для растений и для наземных животных оно в значительной мере отвечает реальным фактам.

Возможно, что это всегда имеет место, когда так представляют энергетические явления.

Таким образом, паразиты ни в коей мере не изменяют энергию живой массы, которая населяет гектар.

Определения плодородия моря дают для толщи воды на участке в один гектар тот же вес органического вещества, как это дает гектар суши.

104. Формула

$$\frac{p_1 V^2}{2} \frac{10^8}{k} = A_1. \quad (19)$$

дает выражение кинетической энергии живого вещества на гектар.

В этой формуле $\frac{10^8}{k}$ выражает число организмов, которые заселяют гектар k_1 с наибольшей густотой. Можно вместо k_1 дать k_2 или k_3 .

Во многих случаях является более выгодным, при состоянии наших знаний в данный момент о среднем весе, дать это же выражение в объеме

(считая плотность = 1).

$$\frac{p_1 V^2 10^8}{2 k} = A. \quad (20)$$

Ясно, что $A_1 = aA$, где a – плотность организма объема p_1 и веса ap .

105. Вычисляя величины A и A_1 , нужно, как это вытекает из конкретных фактов, *делать различие между одноклеточными (протистами) и многоклеточными.*

Для протистов значения величины A_1 очень близки, и если изучают оптимальное размножение, то получают одинаковое значение для A , так как у протистов вес их определяется обычно только косвенным образом, удобнее употреблять выражение A , чем A_1 .

Величина A какого-либо организма может быть взята за единицу сравнения. Я выбрал для моих подсчетов одну из самых маленьких бактерий шаровой формы, – один кокк объемом в $1 \mu^3$ (10^{-2}см^3), который, по Фишеру, живет в океане и является самым маленьким по объему организмом в этой среде.

Вес его можно считать примерно равным 10^{-12} г.

Можно принять для этого организма скорость передачи жизни, равную скорости звуковых волн ($V = 33\,100$ см/сек).

Я предпочел взять за единицу организм, минимальный размер которого не возбуждает сомнений, так как указания τ для *vibrio cholerae*, который обладает также скоростями, близкими к $33\,100$ см/сек, недостаточно четки и не позволяют точно определить Δ .

Возможно, что все бактерии в условиях оптимального размножения могут иметь скорости передачи жизни, равные $333\,100$ см/сек или близкие им.

106. В таком случае общая формула

$$A = \frac{p_1 V^2 10^8}{2 k} \quad (20)$$

должна принять следующий вид:

$$\frac{10^{-12} \cdot 1,0956^9 \cdot 10^8}{2 \cdot 1,5394 \cdot 10^{-8}} = 3,53425 \cdot 10^{12} \quad (21)$$

Число $3,53425 \cdot 10^{12}$, по-видимому, соответствует наибольшей величине (на гектар) кинетической энергии всех протистов.

В существующих данных часто находят числа, которые подходят близко к этому количеству, особенно для оптимального размножения.

Вот два подсчета для бактерий, размножение которых при высокой температуре было изучено:

$$\begin{array}{ll} \text{Bacillus ramosus } 30 \text{ }^\circ\text{C}, & A = (3,28-4,65) \cdot 10^{12} \\ \text{Bacterium coli } 37 \text{ }^\circ\text{C}, & A = 2,86 \cdot 10^{12} \end{array}$$

107. Принимая, что в формуле (21) V^2 не может никогда превысить величину $1,0956 \cdot 10^9$, т.е. что V имеет определенный высший предел ($33\,100$ см/сек) для всех организмов, можно для некоторых случаев вычислить V , Δ и a .

Уравнение для Δ принимает тогда такую форму:

$$\Delta = \frac{p_1 V^2 \cdot 10^8}{2k} = 3,53425 \cdot 10^{12}. \quad (22)$$

Видно, что, если будут известны k (размеры организма) и p_1 (объем организма), можно будет вычислить Δ , α и V , даже ничего не зная о конкретном механизме размножения этих организмов.

Можно сделать эти подсчеты только в том случае, если принять, что Δ остается всегда одной и той же для всех протистов, что она равна $3,53425 \cdot 10^{12}$.

Бросается в глаза связь между этой гипотезой и вычислениями массы органического вещества, производимого одним гектаром.

Все-таки в случае с протистами речь идет только о тонком слое, и их масса не может, конечно, быть того же веса, как массы урожая наших земель и гектара поверхности моря.

Связь эта более сложная, Я вернусь еще к этой проблеме в другом месте.

Ясно, что величины Δ , α и V , полученные этим путем, относятся к оптимальному размножению.

108. Такие подсчеты Δ , α и V не только подтверждают гипотезу о постоянстве кинетической энергии протистов на гектар, они позволяют рассматривать ее как эмпирическое обобщение.

Во-первых, значение Δ , равное $3,53425 \cdot 10^{12}$, не было превзойдено ни в одном случае.

Во-вторых, величины Δ , α и V , вычисленные на основании этой формулы, того же порядка, как полученные прямыми наблюдениями.

В-третьих, во всех случаях оптимального размножения обе величины очень близки, если не совпадают.

109. Один коэффициент входит всегда в определение Δ как гипотетический – это объем, равный p_1 .

Этот объем не всегда известен и должен быть вычислен, исходя из размеров организма.

Я делал подсчеты для двух случаев, один – для организма шаровой формы, другой – цилиндрической. В этих именно случаях имеются указанные совпадения. Форма протистов в некоторых случаях очень близка к этим геометрическим фигурам: для бактерий она даже представляет типичные их формы – кокки и бациллы.

110. Основываясь на вышеприведенной формуле (20), можно получить для мелких организмов размеров протистов (10^{-1} – 10^{-5} см) простые соотношения между V , Δ и размерами организмов.

Я вернусь к этим формулам во второй статье, где я их использую. Здесь я даю только общее понятие.

Так, для скорости V отношения следующие:

Для шаровых организмов (плотность = 1)

$$V^2 = \frac{1,35 \cdot 10^5}{D}.$$

где D – диаметр сферы.

Минимальный диаметр в случае $V=33$ 100 см/сек.

$$D = 1,24075 \cdot 10^{-4} \text{ см.}$$

Для организмов цилиндрических

$$V^2 = \frac{4,5 \cdot 10^4}{D_1}$$

где D_1 – радиус основания цилиндра.

Важно отметить, что в этом случае высота цилиндра не влияет на скорость передачи жизни. Бациллы длиной 10^{-4} или 10^{-3} см обладают одной и той же скоростью передачи жизни, если их ширина остается той же. Чтобы вычислить значение V , нет необходимости знать длину спирали¹, достаточно знать ее толщину.

Наименьшая величина для D_1 (при $V = 33\ 100$ см/сек)

$$D_1 = 4,107 \cdot 10^{-5}$$

Может быть, эта длина не отличается значительно от размеров самых маленьких бактерий вообще.

111. Формулы, которые получаются для Δ , также очень просты. Для шаровых организмов:

$$\Delta^2 = \frac{\varepsilon(c - 2\lg D)^2}{D \cdot B_1^2}$$

$$\lg \Delta = \frac{\lg \varepsilon + 2\lg(c - 2\lg D) - 2\lg B_1 - \lg D}{2}$$

$\varepsilon = 1,35931 \cdot 10^5$
 $\lg \varepsilon = 5,13329$
 $c = 18,70762$
 $B_1 = B \lg 2,$
 $\lg B_1 = 4,14498,$
 $\lg B = 4,66637,$
 D – диаметр шара.

Для цилиндрических организмов:

$$\Delta^2 = \frac{\varepsilon(c - \lg 2D_1H)^2}{B_1^2 D_1}$$

$$\lg \Delta = \frac{\lg \varepsilon_2 + 2\lg(c - \lg 2D_1H) - 2\lg B_1 - \lg D_1}{2}$$

где $\varepsilon_2 = 4,5 \cdot 10^4$
 $\lg \varepsilon_2 = 4,60746,$

где H – длина цилиндра, D_1 – радиус его основания.

Ясно, что можно вычислить аналогичные формулы для других организмов геометрической формы.

112. Я вернусь к более подробному разбору всех этих проблем во второй части моей статьи.

Там я займусь изучением явлений, которые связаны с размножением многоклеточных организмов более крупных, чем протисты.

Это последнее поле исследования требует не только более подробного обсуждения; оно позволяет затронуть новые явления, которые не проявлялись в живом веществе протистов.

Появление многоклеточных на земной поверхности произвело глубокое изменение в механизме земной коры, в воздействии размножения организмов на ход геохимических явлений.

¹ Спирилла – один из родов бактерий. – *Ред.*

Это появление имело место в очень далекие времена, которые остаются вне пределов наших геологических исследований. Однако основные черты процесса остаются нетронутыми. Можно всегда представить явление той же формулой геометрической прогрессии, определить константы Δ , α , ε , N_1 , V . Скорости не превышают сотых долей сантиметра, величины Δ никогда не достигают единицы. Вычисления для теоретических организмов, шаровых и цилиндрических, нам позволяют предвидеть константы их размножения по отношению к биосфере, но они указывают только *порядок явления*. Они дают всегда числа бóльшие, чем те, которые получаются прямым наблюдением.

Кинетическая энергия размножения на гектар – A_1 и A – всегда гораздо меньше, чем у протистов; она никогда не достигает (и не может достигнуть) чисел порядка 10^{12} .

Ее изучение дает нам точные указания на изменения, которые имели место в процессе эволюции этих существ, и возбуждает новые гипотезы, которые остаются вне явлений, изучаемых нами до сих пор.

Это глубокое изменение явлений можно было предвидеть, если наши выводы об основном значении дыхания организмов и их газового обмена, а также свойства газа в явлениях размножения отвечают действительности.

Появление многоклеточных глубоко изменило газовый обмен организма. Масса организма и его размеры дают в этом случае только приблизительное представление о его величине, так как этот обмен совершается внутри организма.

Жизненный механизм в этом отношении изменился целиком снизу доверху. Кинетическая энергия, которая вызывает движение масс определенных размеров на нашей планете вследствие размножения организмов, не может нам дать полного представления о процессах, если эти процессы проявляются в газовом обмене.

Bourg la Reine Близ Парижа,
ноябрь 1925

В. Вернадский

ДОБАВЛЕНИЕ

1

Несколько замечаний о понятии скорости передачи жизни¹

1. Я рассматриваю *скорость* V как реальную скорость, как явление, которое реально происходит в природе, а не как математическое понятие. Эта скорость соответствует полному расцвету размножения – потенциальному размножению.

Опираясь на это понимание V , я указываю: 1) отношения, которые существуют между дыханием и максимальным значением V , и 2) существование высшего предела для V для всякого живого вещества.

¹ Эти замечания вызваны соображениями моего молодого друга К.Д. Старынкевича, который, хотя болен, пожелал тем не менее углубиться в проблемы, которые я здесь разбираю, и сообщил мне свои наблюдения.

Уравнения, которые связывают V с α , Δ и k , находятся в полном согласии с этим пониманием. Это следующие уравнения:

$$V = \frac{46383,93 \cdot \lg 2 \cdot \Delta}{18,70762 - \lg k} = \frac{46383,93 \cdot \lg(\alpha + 1)}{18,70762 - \lg k}. \quad (1,2)$$

Отношения с числом стационарного состояния живой природы могут быть выражены тем же способом. Формула следующая:

$$V = \frac{46383,93 \cdot \lg(\alpha + 1)}{\lg N_{\max}} = \frac{13963,3 \cdot \Delta}{\lg N_{\max}}.$$

Во всех этих случаях V должна быть так же постоянна и характерна для живого вещества, как Δ , k и N .

2. Скорость V определяет передачу жизни (вследствие размножения) и должна быть измерена по направлению земного экватора, который является самой большой длиной, которая может быть достигнута таким движением. Вследствие этого движения неподвижные организмы, которые находились при начале этого движения, будут представлять в конце его звенья цепи из маленьких аналогичных живых существ, расположенных рядом, одно с другим, без промежутков. В то же самое время это же явление будет иметь место всюду в биосфере, во всех направлениях.

Процесс перемещения этих маленьких существ может иметь место в биосфере только вследствие их газового обмена с окружающей средой (их дыхания) и их питания. Явление дыхания стоит на первом месте, так как оно продолжается и никогда не прерывается в ходе размножения организмов. В формуле, характеризующей V , он представлен Δ (или α), которая, несомненно, является определенной функцией.

Скорость V , выраженная в сантиметрах в секунду, находится, таким образом, в очевидной и закономерной связи с газовым обменом и не может меняться без ответного изменения этого обмена.

3. Она представляет ход размножения живого вещества в биосфере (проявление этого движения на самой большой окружности биосферы). В момент полного расцвета размножения это – *максимальная скорость для живого вещества, которая не может быть превзойдена.*

Можно математически представить это явление как движение организма, который проходит экватор, всю его длину со скоростью V ; эта скорость остается все время одной и той же во все время прохождения. Длина пройденного пути – экватора – отвечает полному проявлению силы воспроизведения живого вещества, и предел ей определяется только внешним непреодолимым препятствием – отсутствием места.

На этом протяжении ни одно явление не может изменить эту скорость, величина которой определяется газовым обменом, размерами организма и энергией, которая ему присуща и которая проявляется в акте размножения.

То же самое происходит во всех направлениях в биосфере.

Скорость V по отношению к одному организму из их совокупности (число N таких организмов – всегда одинаковых – определено) означает полный расцвет его энергии, выраженный в сантиметрах в секунду. Прохождение длины

экватора – это выражение его максимальной кинетической энергии, неизменной, которая должна будет неизбежно проявляться в акте размножения в тех случаях, когда условия среды это позволяют.

2

4. Можно получить то же численное значение V другим способом, опирающимся на соображения, выведенные из явлений механики аналогичных, но не идентичных. Эти соображения дают представление об этой скорости неизбежным образом неполные и отчасти неверные. Числовое значение той же скорости V получают, определяя *среднюю скорость* (не реальную) передачи жизни в *биосфере потомством одного организма*. Ясно, что, если средняя скорость будет равна V , время, необходимое для того, чтобы заполнить один кубический сантиметр маленькими существами, делается все более и более коротким и скорости, приведенные к секунде, должны достичь чисел, которые превосходят – и значительно – V .

Это представление процесса есть отвлеченное построение, которое не соответствует реальному явлению, и следствия, которые отсюда вытекают, – путем экстраполяции – могут, следовательно, не соответствовать реальности.

5. Чтобы видеть это, надо не упустить из виду:

- 1) в биосфере не может никогда существовать одиночного организма, одного-единственного, который представлял бы некоторое живое вещество. *В ней существуют только совокупности организмов, живое вещество в целом*. Это – логическое следствие отсутствия самопроизвольного зарождения. Число живущих особей однородного живого вещества нам неизвестно, но нет никакого сомнения, что оно не дело случая. Это число определяется динамическим равновесием большого масштаба, которое представляет собой в биосфере живое вещество;
- 2) *движение растекания жизни не может быть независимым от среды, в которой оно происходит*.

Этот факт стоит в прямом противоречии с предпосылками отвлеченной механики, которыми мы пользуемся.

Это движение регулируется газовым обменом и стационарным числом, которое само, по-видимому, находится в связи с этим обменом. Из этого следует, что с точки зрения логики нет необходимости принимать, что растекание живых организмов, их движение по окружности экватора, должно нам казаться ускоренным движением. Может быть, воздействие среды – при помощи механизма газового обмена – регулирует это движение и «средняя скорость» этого движения (отвлеченное построение) в действительности является максимальной скоростью (явление-существующее); 3) действительное явление ограничено стационарным числом живого вещества, которое не может быть превзойдено, – механическая модель дает нам представление о движении бесконечном. Ограничение естественного процесса, подчиненного правилу инерции, нужно искать в воздействии среды – в газовом обмене. Может даже быть в этих условиях, что скорость V не сможет быть достигнута, если число особей будет близко к стационарному числу (или густота их распределения будет очень велика). Скорость V проявляется только в ус-

ловиях оптимального размножения. Может быть, эти условия не могут установиться, когда число организмов становится слишком большим, так как газовый обмен делается тогда трудным, стесненным.

3

6. Есть соображения и опытные данные, которые, по-видимому, дают эмпирическое обоснование такому действию среды и доказывают его существование.

Я предполагаю разобрать этот вопрос во второй части этой статьи, здесь я ограничусь несколькими краткими замечаниями.

Наблюдения, о которых я говорю, делались многократно, они не новы. Во второй половине прошлого века К. Земпер (K. Sempér) собрал часть прежних наблюдений и дополнил их новыми. Он установил, что ход размножения колебался как функция объема воды – места обитания организмов. В настоящее время Р. Пирл (K. Pearl) и С. Паркер (S. Parker, 1922) опубликовали опыты над *Drosophila* и выразили с большой точностью в числах влияние густоты населения этих мух на ход их размножения. Раньше этого Р. Пирл и Ф. Сюрфес (F. Surface) установили тот же факт для кур. Во всех этих случаях наблюдают понижение воспроизведения, т.е. уменьшение числового значения Δ , в соответствии с увеличением числа особей, существующих в том же объеме (и на той же поверхности) в среде, богатой пищей, и в температурных условиях, благоприятных для жизни.

7. Объяснение этих фактов нужно искать в дыхании, так как температура и условия питания соответствуют оптимальным условиям жизни.

По-видимому, верно, что газовый обмен организмов, взятый в масштабе биосферы, может иметь место только в очень определенных и узких границах.

Газовый обмен при дыхании касается прежде всего *свободного кислорода*. Весь свободный кислород есть продукт жизнедеятельности организмов. *Масса этого газа в биосфере* (в этом состоянии) порядка 10^{21} г¹, т.е. того же порядка, как масса живого вещества.

Ясно, что увеличение числа организмов, образование их стационарных чисел, не может иметь места без глубоких отражений не только в их газовом обмене, но и в истории свободного кислорода в биосфере, масса которого очень ограничена.

Случай не играет никакой роли в механизме биосферы и в жизни. Скорость передачи жизни в биосфере различных видов живого вещества регулируется массой свободного кислорода, который сам является продуктом и проявлением жизни².

¹ Vernadsky V. La géochimie. P. 1924. 50 suiv. – гр. То же на русском: Избр. соч.: В 5 т. М.: Изд-во АН СССР, 1954. Т. 1. С. 51.

² Находясь в 1922–1926 гг. и командировке во Франции и нуждаясь в средствах для продолжения исследований, В.И. Вернадский обратился в 1926 г. в Фонд поощрения научных работ, созданный Розенталем, крупным поставщиком жемчуга для ювелирных магазинов Парижа. Из этого фонда он получил 40 000 франком, что позволило продлить творческую командировку на один год. Во Франции был опубликован только реферат отчета ученого фонду Розенталя. Полный его текст впервые публикуется на русском языке. Анализ значения этой работы «Живое вещество в биосфере» дан в статье Н.М. Черновой в Приложении. – *Ред.*

О ДАВЛЕНИИ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА В БИОСФЕРЕ*

Совокупность организмов, т.е. живое вещество¹, находится в беспрестанном движении в биосфере, распространяется там без перерыва путем своего воспроизведения. Это движение независимо от движения изолированных организмов, оно совершенно аналогично движениям других материальных совокупностей биосферы. В результате существует глубокая аналогия между некоторыми свойствами газов (совокупностей молекул) и живого вещества (совокупностей организмов)². Давление живого вещества соответствует давлению газовой массы.

Изучение явлений воспроизведения показывает, что давление живого вещества может быть выражено количественным сравнением размножения разных организмов, без учета их различных морфологических особенностей и бесконечных вариаций их воспроизведения. Это давление представляет постоянную характеристику для каждого вида. Давления различных живых веществ могут быть сведены к одной и той же единице. Амплитуда варьирования достигает $3 \cdot 10^{29}$ (гигантская бактерия)³.

Можно выразить воспроизведение (размножение делением) многочисленных протистов (бактерии, перидинеи, раснитчатые, одноклеточные водоросли и т.д.) следующей формулой: $2^{n\Delta_d} = N_n$, где n представляет собой количество суток (24 часа), которые следуют за первым делением; Δ_d – количество делений начальной клетки (поколения) за 24 часа; N_n – количество индивидов, образованных делением начальной клетки и ее потомством за n суток по 24 часа.

Постоянная α_d , равная $2^{\Delta_d} - 1$, может быть взята за меру давления живого вещества в биосфере. Следующая таблица дает представление о его вариантности.

Бактерии	Значение α_d	
<i>Bacterium coli commune</i>	$5,04 \cdot 10^{19}$	Buchner, 1888 ⁴
Грибы		
<i>Saccharomyces cerevisice</i>	$6,45 \cdot 10^5$	Slatov, 1919
Диатомеи		
<i>Titzschia putrida</i>	26,86	Richter, 1909
Инфузории		
<i>Paramecium caudatum</i>	1,14	Метальников, 1922
Насекомые		
<i>Aphis mali</i>	$1,35 \cdot 10^{-1}$	Tougaard, 1834
<i>Doryphora decemlineata</i>	$4,76 \cdot 10^3$	Brandt, 1879
Зеленые растения		
<i>Solanum nigrum</i>	$2,88 \cdot 10^{-2}$	Комаров, 1922 ⁵

* Статья была впервые опубликована на французском языке в: С.г. Acad. Sci. 1925. Т. 180. С. 2078–2081. На русском языке публикуется впервые. Практически весь материал статьи вошел в опубликованную в 1925 г. в журнале «Природа» статью «Ход жизни в биосфере».

¹ Vernadsky W. La geochimie. P.: Alcan, 1924. P. 52.

² Vernadsky W. Loc. cit. 1924. P. 264.

³ Бактерия, которая подвергается делению каждые 17 минут, т.е. у которой самая большая повторяемость, наблюдаемая при воспроизведении.

⁴ Я взял данные этих ученых для расчета.

⁵ Частное сообщение.

Пшеница (средняя во Франции) Птицы	$1,34 \cdot 10^{-2}$	Joulié-Garola
Курица (средняя)	$4,90 \cdot 10^{-3} \frac{6,69 \cdot 10^{-3}^1}{m}$	Geydin, 1865
Курица (максимальная)	$5,97 \cdot 10^{-3} \frac{7,84 \cdot 10^{-3}}{m}$	Brandt, 1879
<i>Corpadocus mexicanus frontalis</i>	$4,42 \cdot 10^{-3} \frac{1,89 \cdot 10^{-3}}{m}$	Bertgold, 1913
Млекопитающие		
Морская свинка	$1,53 \cdot 10^{-2}$	Hensen, 1881
Лошадь	$5,48 \cdot 10^{-4}$	Leukart, 1851
Слон	$8,9 \cdot 10^{-5}$	Darwin, 1859

Ясно, что постоянная α_d не является единственной, которая по отношению к воспроизведению регулирует геохимическое проявление жизни в биосфере. Однако из ее рассмотрения можно вывести многочисленные количественные последствия, важные для изучения жизни.

НЕФТЬ КАК ПРИРОДНОЕ ТЕЛО В НАУКЕ ДЕВЯТНАДЦАТОГО СТОЛЕТИЯ

Журнал Русского физико-химического общества, 1901, т. XXXIII, вып. 4, отд. 2, с. 59–66. Печатается по: В.И. Вернадский, Очерки и речи. Ч. I. – Пг.: Научное химико-техническое изд-во, 1922, с. 112–123.

Жидкая нефть или петроль начала правильно разрабатываться недавно – с начала 1860-годов – и сразу создала новые отрасли техники и горного дела. Она вместе с каменным углем резко отличает от предыдущих времен промышленный и материально-культурный уклад девятнадцатого столетия. Мы переживаем, однако, лишь первое грубое развитие нефтяного дела – разнообразные свойства собранных в нефти соединений и элементов остаются без применения и лишь наступившему двадцатому веку предстоит овладеть вполне и целиком теми драгоценными телами – углеродистыми и азотистыми, – которые теперь большею частью бесследно или излишне таровато исчезают при употреблении нефти, как топлива или для освещения. Большое техническое значение этого продукта вызвало во второй половине девятнадцатого века многочисленные научные работы и исследования; изучение этого природного тела оказало крупное влияние на развитие некоторых частей химии, геологии минералогии. Такое влияние нефти в истории науки наблюдается не впервые: уже не раз мысль человека останавливалась на значении в истории Земли, на происхождении и распространении жидких, горючих тел, которые местами скоплялись в значительных количествах, появлялись в реках, источ-

¹ m – количество лет после первого поколения.

никах, океане, выходили на земную поверхность из трещин, пустот и скал. Еще задолго до нашего времени изучались их состав и происхождение, мелькали и высказывались некоторыми лицами 100–200 лет назад мечтания и фантазии о возможности в будущем практического значения нефти для блага человечества. В космогониях и науке семнадцатого столетия все горючее – соединения углерода, серы, расплавленные силикатовые массы вещество организованных существ – соединялось вместе. Эти воззрения получили наиболее научную форму в учении о флогистоне, о проникающей тела тонкой горючей материи. С этого времени – благодаря в значительной степени влиянию философских и натурфилософских идей – вновь распространилось воззрение, что огонь играл крупную роль в истории Земли: благодаря его деятельности нарушалась и нарушается картина лика нашей планеты, от него происходят землетрясения, им вызываются огнедышащие горы, образуются горные цепи. И огонь этот постоянно поддерживается различными горючими веществами, серой и битумами проникающими горные породы Земли, господствующими в частях, близких к ее центру. До самого конца восемнадцатого столетия так или иначе сказывалось влияние этих идей; еще в 1773 г. Бергман – накануне работ Лавуазье о горении – должен был опровергать мнение, что расплавленные массы Этны и Везувия не проникнуты смолой или нефтью и что не нефть служит веществом, поддерживающим их горение. До самого конца восемнадцатого столетия нефть вместе с другими углеродистыми веществами соединялась в одну группу с серою, напр[имер], в минералогических системах Валлерия, Кронштетта, Линнея, Гмелина. Уже к концу восемнадцатого столетия развитие химии и минералогии быстро прекратило эти неясные суждения. След их влияния сказался лишь в решении и постановке вопроса о происхождении нефти, как главного объекта научного искания. Точное исследование природы – химический анализ и минералогические наблюдения – к концу восемнадцатого века ограничили представление о значении битумов в жизни Земли, но интерес к этим телам не иссяк, а, наоборот, получил новое значение. Химический анализ к этому времени открыл резкое отличие состава организмов от мертвых природных тел: в них подавляющим образом господствуют соединения всего четырех элементов: кислорода, азота, углерода и водорода. Лишь немногие минералы (разные горючие – угли, смолы, янтарь, нефть) оказались имеющими тот же элементарный состав, что и организмы. Невольно явилась мысль об их отличном от прочих минералов происхождении, об их генетической связи с организмами. Уже к середине восемнадцатого столетия отдельные исследователи высказали мысль об их происхождении путем гниения остатков живых существ. Такого воззрения держались Кронштетт, Ломоносов. И это воззрение получило блестящее выражение в широком, синтетическом взгляде на историю планеты, который дал в своей естественной истории к концу восемнадцатого столетия Бюффон: «Нефть, петроль, асфальт, горная смола, янтарь, серая амбра, гагат, каменный уголь – говорит он – одним словом все битумы первоначально происходят от растительных или животных веществ, измененных действием минеральных тел (кислот)». Еще позже, в самом конце восемнадцатого столетия, один из первых исследователей нефти, выдающийся английский химик и минералог Гатчетт, составивший в химии имя открытием тантала, впервые

точно определил ее элементарный химический состав и решительно развил теорию ее растительного происхождения. Так к началу девятнадцатого столетия путем работы предыдущих поколений был в общих чертах уяснен ее элементарный состав и поставлен определенный вопрос об ее происхождении на земном шаре, об условиях и способах ее образования. Этот вопрос получил тогда то же решение, какое мы даем ему теперь, на пороге двадцатого века – высказывались взгляды о космическом происхождении нефти, т.е. о существовании ее на Земле от века, о происхождении ее внутри земной коры под влиянием высокой температуры, т.е. с минеральном ее происхождении и, наконец, о генезисе ее путем гниения растительных и животных организмов. Нередко допускались и различные совместные действия этих причин. Постепенно скопилась целая литература, теперь забытая, вызвана была живая полемика. В конце концов однако весь процесс решения этого вопроса получил чисто схоластический характер: путем сильной логической работы человеческого ума и научной фантазии были высказаны и логически разработаны все мыслимые решения этого вопроса, рассматривавшегося не как конкретное явление, а как абстрактная задача, ибо все эти решения и теории стояли далеко от более строгого изучения самого явления – самой нефти. Когда работа ума лишена питающих ее соков, тщательного и точного исследования конкретных явлений которые только одни способны раздвигать ее рамки и давать мерку ее правильности и применимости – тогда ум человека, быстро сделав все возможные перемещения с немногими известными конкретными данными, переходит в дальнейшем к бесплодной схоластике, интерес вопроса иссякает и работа исследователей обращается к другим более свободным областям мысли. В данной же области получается равновесие между более или менее точно установленными данными и различными возможными построениями и схемами объясняющими и связывающими эти явления с другими сторонами человеческого знания. Всякое равновесие губительно для человеческого сознания, оно бежит его и пытается, в конце концов, выразив эти явления в возможно кратких положениях или формулах, лишить их живой сознательной стороны, сделать их мертвыми знаками, удобными для логической работы и для приложения в новых областях. Там же, где развитие знания этого не позволяет – где равновесие установилось ложное – там рядом сохраняются все возможные, нередко взаимно друг друг исключают решения, но все они перестают привлекать к себе живое, страстное отношение мыслителя. Так замер вопрос о нефти в начале нашего столетия – до 1859 г. В этом году капитан Дрек в Пенсильвании пробил первую скважину, из нее забил нефтяной фонтан и одна за другой скважины стали выносить на земную поверхность из земных глубин колоссальные количества нефти. Огромные массы жидких горючих, этим путем доказанные, нахождение их определенных участках земной коры под значительным давлением, были совсем неожиданным, новым явлением. В то же время нефть сразу получила огромное практическое значение, и все более ранние попытки практического ее применения отошли на далекий план, хотя многие прошли не бесплодно и сослужили службу своим опытом. Среди таких попыток для добычи из нефти керосина нельзя не вспомнить труды двух русских крепостных крестьян, братьев Дубининых в 1823 г., сделанные в тяжелой душливой обстановке дореформен-

ной России потому не имевшие прочного успеха. Но в 1860-х годах с началом нефтяного дела в Америке научная мысль сразу обратилась к изучению нефти и почти тотчас же возродились вновь все гипотезы о ее происхождении, которые царили в восемнадцатом столетии. Они возродились другой обстановке. К этому времени создались новые отрасли геологии, химии, минералогии наука оказалась обладающей иными методами, задачами и привычками исследования, чем те, какие господствовали в восемнадцатом столетии. В новой обстановке эти пришельцы другой научной эпохи сами изменили свой характер и свое значение – они явились не главным содержанием научного мышления, а подсобным орудием, поддерживавшим своей эстетической стороной интерес к трудной, тяжелой, научной работе кропотливого изучения фактов, иногда позволяли отыскивать новое и разбираться в разнообразии природного явления и в конце концов под влиянием огромного притока разнообразных новых конкретных фактов, ясно на наших глазах коренным образом изменили свое содержание. Но одновременно начались и более точные количественные исследования самого продукта, химического состава нефти, ее физических свойств, тщательные наблюдения условий ее нахождения. Вскоре эти работы выступили на первый план и в конце концов заняли главные научные силы, составили все содержание научной мысли в этой области. Подобно другим научным вопросам в девятнадцатом столетии и здесь на первый план выступило точное и строгое констатирование фактов, сдерживающее и направляющее научную фантазию. Начало химическим работам было положено Уорреном Де-Ля-Рю и Мюллером в Англии (1857), Кагуром и Пелузом (1862) во Франции; вскоре один из создателей современной химии, точный исследователь химических процессов природы, Г. Ст. Клер-Девиль дал ряд анализов, вполне установивших в общем элементарный химический состав нефти различных местностей. С тех пор накопился огромный научный материал, как чисто химического характера: – нефть послужила исходным пунктом для получения целых классов разнообразных новых органических тел и заставила выработать своеобразные приемы работы – так и технического и, наконец, минералогического – результата изучения нефти, как минерала, как естественного сложного тела. Я имею в виду остановиться лить на этой последней стороне вопроса.

Нефть принадлежит к обширной и важной группе природных соединений углерода, к так называемым углеродистым минералам. Соединения углерода играют крупную роль только на самой наружной части земной поверхности. Они строят собой весь мир организованных существ, покрывающих, как пеленой, поверхность нашей планеты и проникающих в форме отмерших остатков на некоторую глубину в земную кору. Переработанные и измененные, превращенные в новые тела соединения углерода, происшедшие из организмов, местами скопляются в земной коре в значительных количествах. Таковы залежи каменного угля, известняков, выделения углекислоты и иногда отложения нефти, графита. Эти углеродистые соединения вновь входят в организмы, проходят стадии сложных органических тел и по отмирании дают прежние минералы. Постоянно и непрерывно Солнце вызывает круговорот углерода на земной поверхности. Но наряду с такими телами, происхождение коих ясно, есть на Земле минералы – не связанные с организмами, – как бы первичные соединения углерода в природе. Правда и их углерод может

попасть в организмы, но по их отмиранию дает тела, не схожие с исходными. Количество углерода, как в этих первичных углеродистых минералах, так и в тех, которые тесно связаны с организмами, крайне ничтожно по сравнению со всей массой земной коры. Нам известен химический состав и химические явления только самой наружной тонкой оболочки Земли, едва ли в среднем больше чем на глубину 15–16 километров от ее поверхности, – только здесь образуются все минералы; и во всей этой оболочке – по исчислениям Фохта – количество углерода не превышает 0,26% ее веса. Этот ничтожный процент получается исчислением всего углерода растений и животных, углекислоты воздуха угольных пластов, углерода известняков и т.д. Цифра эта, может быть, изменится будущими работами, но едва ли значительно повысится. Главную массу этого углерода составляют природные минеральные тела, меньшая входит в состав живых организмов. Среди природных тел наибольшее значение имеют первичные соединения углерода – газообразная и, главным образом, жидкая угольная кислота, некоторые ее соли, самородный несвязанный углерод сложные частицы, заключающие углерод в соединении с алюмосиликатами – минералы группы канкринита и соединения углерода с фосфатами – группа франколита, наконец твердые асфальты, углеводороды, нефть и некоторые другие. Одни из этих соединений идентичны с продуктами разрушения организмов – напр[имер] углекислые соли, газообразная угольная кислота, графит, нефть; другие образуются при совершенно особых условиях и, по строению имеют мало общего с минералами органического происхождения, напр[имер] алюмосиликаты содержащие углерод. Из этих первичных минералов углерода большинство образуется в природе при высокой температуре и высоком давлении – так канкринит и его аналоги выделяются из расплавленной магмы, таково же происхождение первичного графита, алмаза кальцита; жидкая угольная кислота, количество которой в массивных породах во много раз превышает количество всей угольной кислоты атмосферы, выделилась при высоком давлении и т.п. В числе таких же первичных минералов местами является, вероятно, и нефть образующаяся во всяком случае при участии значительного давления.

Изучение нефти в последние годы шло различными путями. С одной стороны, геологи и минералоги изучали условия ее нахождения в природе, с другой стороны, химики пытались выяснить ее химическое строение. Главные результаты достигнуты работой химиков. Наблюдения в природе, очень многочисленные, к сожалению до сих пор дали лишь немногие обобщения, и в этой области мы имеем более загадок и задач, чем точных решений. Редко где скопилось такое количество фантазий, поспешных обобщений, неполных и неточных наблюдений. Общие выводы не многочисленны и отрывочны. Так углеводороды, жидкие и твердые, распространены в земной коре в небольших количествах почти во всех осадочных метаморфических и отчасти массивных горных породах. Главная масса нефти находится на нашей планете именно в этой форме в виде примесей, исчисляемых ничтожными долями исчезающих при обычном ходе анализа. Впервые Стерри-Гент выяснил картину такого нахождения нефти в земной коре. Лишь изредка она скапливается в количествах, заслуживающих разработки. Такие скопления сосредоточены в определенных участках земной коры, связанных с ее тектоникой. Впервые

на такую связь, на распределение богатых нефтеносных мест в связи с антиклиналями и флексурами пластов – обратил внимание в 1840-х годах Г. Абих при изучении геологии Кавказа. Позже на то же явление – на распространение богатых нефтяных месторождений в форме как бы полос, лент на земной поверхности – обратили внимание американские практики и Геффер, а за ними американские геологи дали этому явлению то же объяснение, какое было выработано в свое время Абихом, подтверждено Фукэ и другими в разных местах земной коры. Связь главных месторождений нефти с тектоникой земной коры выражена довольно резко и несомненно, что наибольшие ее количества встречаются вблизи сильно дислоцированных и разрушенных участков земной коры, иногда в самих этих участках. Наибольшие скопления нефти наблюдались до сих пор в палеозойских слоях Нового Света и в третичных отложениях Евразии. Нефть не собирается в виде крупных скоплений жидкости какие известны для воды, она большею частью является в форме цемента, смачивающего рыхлые породы – песчаники и известняки, причем количество такой нефти в плотной породе, благодаря давлению заключающихся в ней газов или давлению вышележащих пластов, может составлять, как показали впервые опыты американских геологов – Ортона, Карлла и др., до 15%–20% породы. Когда давление уменьшается, нефть вытекает из такого смоченного пласта местами мы видим выделения ее в трещинах, пустотах, небольшие ее капли и скопления, часто с водой; искусственно получили ее фонтаны. Выходя на земную поверхность, значительная часть ее испаряется и этим путем огромные количества углеводородов постоянно переходят атмосферу, где неизменное их присутствие доказано недавними работами А. Готье. Те же самые явления испарения несомненно идут и в более глубоких слоях земной коры, г; углеводороды этим путем переносятся с места на место. Условия залегания нефти, ее парагенезис далеко не выяснены и мы передаем двадцатому веку гораздо больше задач, чем решений.

Значительно успешнее была работа химиков в этой области. Наиболее любопытным важным результатом их работ с минералогической точки зрения является констатирование различного состава нефти разных местностей. Мы как бы имеем несколько, по крайней мере, три разных нефти. Точное их различие одно может объяснить разные неясности естественных условиях ее нахождения. Оно должно вызвать во многих случаях коренное изменение в минералогии нефти. Раньше других была исследована нефть С. Америки – ряд работ Шорлеммера в Англии, Пелуза и Кагура во Франции, Уоррена и других в Америке прочно установил ее строение; она оказалась составленной, главным образом, из предельных углеводородов, парафинов. Разнообразные другие углеводороды, частью ароматические частью нафтены, были найдены в относительно небольших количествах и мало отражаются на составе и свойствах этой нефти. Аналогичная парафиновая нефть или петроль была найдена в некоторых местностях Закавказья, Германии, Бирмы. Углеводороды, ее составляющие, были известны уже ранее и потому понятно, что химики могли относительно быстро, уже в 1860-х годах, ориентироваться в ее составе. Совершенно другое строение имеет Бакинская нефть, в которой предельные углеводороды играют второстепенную роль и на первый план выступают своеобразные тела нового, раньше почти неизученного строения. Состав ее

выяснен главным образом работами русских химиков за последние 20 лет – в 1880-х, в 1890-х годах. Впервые Курбатов и Бейльштейн точно констатировали в ней преобладание углеводородов C_nH_{2n} , отличных от парафинов, и указали на их сходство с некоторыми, так называемыми, гидроароматическими углеводородами, впервые исследованными русским химиком Вреденом. Они пытались считать их идентичными с этими синтетическими углеводородами. Но главная заслуга выяснения строения этих углеводородов и состава Бакинской нефти принадлежит профессору В.В. Марковникову и его ученикам. После этих работ окончательно выяснилось, что мы здесь имеем другую нефть, не парафиновую, а такую, в которой преобладают особые полиметиленовые углеводороды кольцевого строения, которые были названы Марковниковым нафтенами. Эта нафтеновая нефть или нефть в собственном смысле позже наблюдалась в некоторых местах земной коры – в Бирме, Италии, Германии. Сами нафтены до сих пор далеко не все выяснены в своем строении, они не могут быть все отнесены к шестерному кольцу, как думали Бейльштейн и Курбатов; синтез их шел и идет одновременно с изучением природного минерального продукта и изучение этой нефти открывает широкое поле развития некоторым отделам органической химии. Резко отличаясь от парафинов по своему строению, образуясь при совершенно иных условиях, нафтены разделяют с парафинами два признака, которые являются чрезвычайно важными и характерными для выяснения природных химических реакций. И нафтены, и парафины суть тела чрезвычайно стойкие, при обычных условиях не способные к реакциям присоединения, не изменяемые сильными химическими реагентами. В то же время это соединения, образование которых для данного класса тел сопровождается максимальным тепловым эффектом, идет с поглощением большего количества калорий, чем образование других классов углеводородов. Наконец, в последнее время начинает выясняться третий тип нефти, богатый серой – серная нефть – главным образом в Огайо и Канаде. Парагенетические условия этой нефти во многом своеобразны, но, несмотря на работы Мабери и его учеников, мы знаем почти исключительно только элементарный состав этого тела и полученные серные продукты точно не определены.

Несмотря на крупные успехи, достигнутые химией нефти, однако и здесь много есть неясного и загадочного. Кроме углеводородов все остальные соединения нефти не изучены – строение серных, азотистых, кислородных ее составных частей не выяснено и едва ли они могут быть подведены к ныне известным классам тел органической химии. Большинство нефтей различных местностей земного шара исследованы поверхностно, описанные случаи нефтей (напр[имер], некоторые Галицкие), в которых одновременно как бы находятся в большом количестве нафтены и парафины – несмотря на крупный теоретический интерес этого явления – количественно и точно не доказаны. Но в химии нефти ясны пути, по которым пойдет дальнейшая работа, и нет сомнений, что скоро мы увидим быстрое и богатое следствиями ее развитие.

Нельзя не обратить внимания еще на одну сторону работы в этой области, придающую ей крупный научный интерес и значение. Углерод является удивительным элементом – количество его соединений, вероятно, превышает соединения всех других элементов, вместе взятых; химия его наиболее изучена и в то же время без конца в ней появляются все новые запросы и задачи.

Однако среди всех соединений углерода наблюдаются два резко отличных типа тел: одни чрезвычайно подвижны, легко изменчивы, летучи, имеют низкую температуру плавления, нередко прозрачны, вообще обладают ясными, резкими признаками, отличающими их друг от друга – другие инертны, стойки, нелетучи, трудно плавки, мало прозрачны, едва отличимы друг от друга. Одни находят наиболее резкое выражение в углеродистых продуктах организмов: чрезвычайно подвижные, быстро меняющиеся, сложные частицы многих из этих веществ до сих пор не могли быть искусственно получены и вечно изменчивой среде организма существуют лишь при строго определенных условиях. Они поддерживаются в своем существовании постоянным притоком внешней энергии и при его прекращении быстро распадаются на более простые соединения. Уже почти 100 лет химики неуклонно стремятся выяснить строение этих природных тел, подойти к синтезу соединений живого существа и шаг за шагом приближаются к этой конечной цели. Успехи последних лет в изучении сахаров, азотистых соединений, терпенов дают нам уверенность, что в конце концов удастся выяснить строение сложных тел, вырабатываемых нашим организмом. Другие чрезвычайно инертные, стойкие соединения углерода совсем не меняются даже при очень больших изменениях внешних условий; они скопились в минеральном царстве и образуют углеродистые минералы. Как бы они ни произошли в природе – через организмы или другими земными реакциями – они всегда представляют тела, мало способные к изменениям, как бы конечные неизменные продукты земных химических реакций. Это – соединения с установившимся равновесием атомных систем, хранители и поглотители огромных количеств энергии. В огромном большинстве случаев, за исключением немногих простых тел, они пока стоят в стороне от всех групп и классов современной органической химии. Вероятно их частицы исключительно богаты углеродом, временами содержат сравнительно ничтожное количество других химических элементов. Самым крупным исследованием, приближающим некоторые группы тел органической химии к природным углеродистым минералам, является за последнее время выяснение строения нафтенных и в этом большее теоретическое значение этих работ. Органическая химия захватывает пока, главным образом, классы соединений, которые находятся между группами органических тел живого вещества и углеродистыми минералами. Большинство же тех и других веществ все еще находятся за пределами области, затронутой научной работой химиков. В истекшем веке органическая химия направляла работы, главным образом, к выяснению углеродистых соединений организмов и в этой работе ею была оставлена без внимания обширная и разнообразная область углеродистых минералов. За немногими исключениями они остаются для нас столь же мало известными и столь же загадочными какими были в начале девятнадцатого столетия. А между тем их изучение имеет крупное теоретическое значение, так как в них открываются новые черты химии углерода, новые его свойства; только при их выяснении может быть правильно и полно понята природа углерода в соединениях организмов. Ибо на Земле эти два типа соединений углерода постоянно переходят друг в друга, получаются совместно. Точно также и при научном синтезе органических тел остаются в стороне от исследования богатые углеродом смолистые, углистые и т.п. ос-

татки которые приближаются к типу природных углеродистых соединений и постоянно получаются в значительных количествах, все равно будем ли мы исходить к лаборатории из искусственных веществ или из животных и растительных остатков. Надо надеяться, что двадцатый век раздвинет химию углерода и в эту почти нетронутую область и этим путем позволит уяснит; историю углерода в земной коре, которая до сих пор представляет много загадочного. Нефть является наиболее простым и удобным объектом таких исследований и с нее начинается эта работа будущего.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие к восьмому тому	5
ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО	
Два синтеза космоса (вместо введения).....	7
<i>Глава первая.</i> Значение живого вещества.....	14
Геохимическое изучение живого вещества.....	14
Космические проблемы в связи с геохимией живого вещества	20
Человечество как часть однородного живого вещества.....	33
Живое вещество с логической точки зрения	40
<i>Глава вторая.</i> О живом веществе с геохимической точки зрения	44
Состояние знания и значение химического состава, веса и энергии организмов.....	44
Ступени и раздражения живого вещества.....	53
<i>Глава третья.</i> Начало и вечность жизни	82
Самопроизвольное зарождение и вечность жизни	82
Связь между живым и мертвым в биологии	110
Начало и вечность жизни в геологии и геохимии	115
<i>Глава четвертая.</i> Живое и мертвое.....	143
Еще раз об определении «живого»	143
Живая часть в организме	146
Минимальный размер организмов	163
<i>Глава пятая.</i> Живое вещество и особенности его изучения в геохимии.....	168
Неразрывная связь живого и мертвого.....	168
Определение живого вещества (разное понимание термина «живое вещество»)	174
Свойство однородного живого вещества как видовой признак.....	188
Механические смеси однородного живого вещества.....	190
Социальные и рассеянные однородные живые вещества	196
Органические смеси.....	200
Изменение однородного живого вещества во времени	204
Биологический элемент времени.....	206
Периодические изменения однородного живого вещества.....	208
Состав живого вещества	210
Сторонние организмы в элементах однородного живого вещества	211
Индивид как элемент живого вещества	215
Постороннее вещество в однородном живом веществе.....	221
Неживая часть организмов в однородном живом веществе.....	223

Биологические разности живого вещества	227
Половые разности однородного живого вещества	230
Смена морфологически различных поколений	236
Социальные разности однородного живого вещества	239
Живое вещество в геологическом времени.....	241
Дополнения.....	245
Примечания	263

БИОСФЕРА

От автора	271
<i>Очерк первый.</i> Биосфера в космосе	273
Биосфера в мировой среде.....	273
Биосфера как область превращений космической энергии	278
Эмпирическое обобщение и гипотеза	281
Живое вещество в биосфере.....	285
Размножение организмов и геохимическая энергия живого вещества	289
Зеленое живое вещество	301
Несколько замечаний о живом веществе в механизме биосферы	312
<i>Очерк второй.</i> Область жизни	316
Биосфера – земная оболочка.....	316
Живое вещество первого и второго порядка в биосфере.....	327
Пределы жизни.....	336
Границы живого в биосфере.....	340
Жизнь в гидросфере.....	347
Геохимические циклы сгущений жизни и живых пленок гидросферы.....	355
Живое вещество суши.....	362
Связь живых пленок гидросферы и суши.....	366
Примечания	368

СТАТЬИ О ПРОБЛЕМАХ БИОСФЕРЫ

На границе живого	370
Начало и вечность жизни	373
Ход жизни в биосфере	397
Автотрофность человечества	405
Начало жизни и эволюция видов	420
Об условиях появления жизни на Земле.....	426
Биосфера и стратосфера	441
О пределах биосферы	444
Живое вещество в биосфере.....	462
1. Задача исследования.....	462
2. Современное состояние проблемы.....	466
3. Ход размножения живого вещества в биосфере	483
4. Определение – основные понятия.....	492
5. Скорость передачи жизни в биосфере и ее высших предел.....	503
Добавление	511
О давлении живого вещества в биосфере.....	515
Нефть как природное тело в науке девятнадцатого столетия.....	516

Научное издание

ВЕРНАДСКИЙ
Владимир Иванович

СОБРАНИЕ СОЧИНЕНИЙ
в двадцати четырех томах

Том восьмой

Живое вещество и биосфера

Утверждено к печати

Ученым советом

*Института геохимии и аналитической химии
им. В.И. Вернадского Российской академии наук,
Комиссией РАН по разработке научного наследия
академика В.И. Вернадского*

Художник В.Ю. Яковлев

Технический редактор Н.А. Посканная

Корректоры А.Б. Васильев,

Р.В. Молоканова, Е.Л. Сысоева, Т.И. Шеповалова

Компьютерная верстка С.В. Ишутиной

Подписано к печати 09.07.2013

Формат 70 × 100¹/₁₆. Гарнитура Таймс

Печать офсетная

Усл.печ.л. 43,0. Усл.кр.-отг. 43,0. Уч.-изд.л. 43,0

Тип. зак.

Издательство «Наука»

117997, Москва, Профсоюзная ул., 90

E-mail: secret@naukaran.ru

www.naukaran.ru

ППП «Типография «Наука»»

121099, Москва, Шубинский пер., 6

ISBN 978-5-02-038112-4



9 785020 381124