

**Владимир Вернадский**

# **Живое вещество**

## **Экология**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 502.5  
ББК 20.1  
В35

**Вернадский В.И.**  
В35 Живое вещество: Экология / Владимир Вернадский – М.: Книга по Требованию, 2015. – 343 с.

**ISBN 978-5-458-32199-0**

Книга содержит объединенный общей задачей материал нескольких рукописных работ В. И. Вернадского, написанных в начале 20-х годов. В них автор впервые формулирует проблемы изучения живого вещества как совокупности организмов, заселяющих биосферу и выступающих как единая планетного масштаба геологическая сила. В книге глубоко проанализированы критерии и обоснование суждений о происхождении жизни, ее «вечности», «космичности», об огромной геологической деятельности живого вещества, в том числе человека. Все материалы рассматриваются на фоне истории идей, их зарождения, эволюции, прослеживается глубокое взаимовлияние различных сторон человеческого знания. Книга рассчитана на геохимиков, биологов, историков науки и философов.

**ISBN 978-5-458-32199-0**

© Издание на русском языке, оформление  
«YOYO Media», 2015

© Издание на русском языке, оцифровка,  
«Книга по Требованию», 2015

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

[www.samizday.ru/reprint](http://www.samizday.ru/reprint)



Можно видеть в представлениях человека о Космосе два сингеза, 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 корpusкулах. 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, регулируемую 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, не разложимое 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 существования 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 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 Эйнштейна<sup>2\*</sup>, Минковского<sup>3\*</sup> 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, не связанных, 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.

---

<sup>2\*</sup> *Einstein A. Ann. physique, 1905, v. 17, p. 891—921.*

<sup>3\*</sup> *Minkowski H. Raum und Zeit. Leipzig, 1908.*

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 находжений организмов, когда изучаются их массовые эффекты, причем 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<sup>1</sup>.

Целый ряд таких данных дал нам XVIII в., и в XIX в. они были только расширены. Среди них на первом месте должны быть поставлены работы ботаников и химиков над газовым обменом зеленых хлорофильных 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 разницы 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, какая 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, лишенные 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 хлорофильных 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 доныне найденных процесс выделения в атмосферу свободного кислорода, производимый хлорофильными организмами<sup>2</sup>. 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 второго 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 — Дженирили, Марсильи, В. Донати, Бальдассари, Кортезе, Спалланцани и др. Они указали, что условия нахождения ископаемых в известняках и мергелистых породах Италии совершенно отвечают пахождению 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 известковистыми 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<sup>3</sup>.

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<sup>4</sup>.

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 уж 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, который 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 Липпея: *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, являвшихся 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, как 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 учитыва-

лись 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, лл. 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.)

## 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, отложенной 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 связаны 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 не только при этом 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 имеют для врачебных целей использование тех или иных химических соединений элементов или самих элементов ввиду их 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 является для него с роковой неизбежностью ходом процессов химии земной коры.