

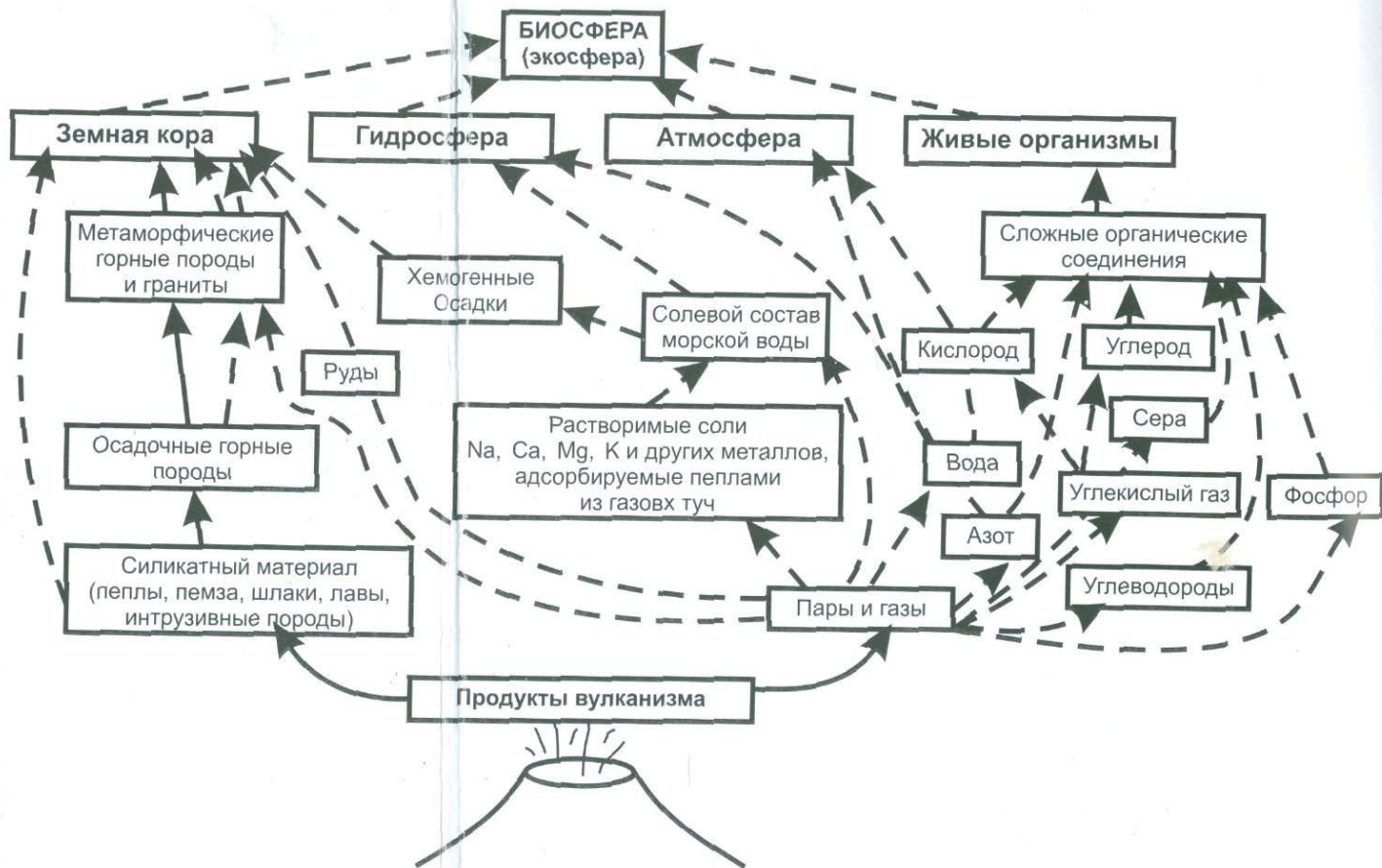
Е. К. Мархинин

**ПРОИСХОЖДЕНИЕ
БИОСФЕРЫ
(ЭКОСФЕРЫ)
ЗЕМЛИ**

Туапсе,
2007 г.

Схема образования биосферы (экосферы) Земли из вулканических продуктов

(Е. К. Мархинин, 1967 г.)



Е. К. МАРХИНИН

В библиотеку Института геологических наук

Дорогим коллегам
сердечно.

Е. К. Мархинин

7.09.07.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ
БИОСФЕРЫ
(ЭКОСФЕРЫ)
ЗЕМЛИ

994.5
5-666



ТУАПСЕ-2007



Российская академия наук
Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО
Администрация города Туапсе
Туапсинская общественная организация ученых
«Туапсинский общественный университет»

Научный редактор
доктор геолого-минералогических наук,
профессор *И. Г. Волкодав*

Предисловие

Небольшой портовый город Туапсе, расположенный на Черноморском побережье Краснодарского края, становится в определенном смысле научным центром: здесь с 1998 по 2006 годы проведены четыре Международные научные конференции «Вулканизм, биосфера и экологические проблемы». Очередная, пятая, такая конференция намечена к проведению в Туапсе в сентябре 2009 г.

Конференции эти организовывались автором предлагаемой читателю книги — крупным ученым Евгением Константиновичем Мархининым с коллегами при поддержке городской администрации. В этих конференциях принимали участие ученые из многих стран: Армении, Германии, Грузии, Литвы, Молдовы, Таджикистана, Узбекистана, Украины и из многих областей и городов России: Камчатки, Сахалина, Дальнего Востока, Сибири, Урала, Карелии, Адыгеи, Архангельской области, Татарстана, Якутии, Москвы, Санкт-Петербурга, Гатчины, Хабаровска, Томска, Новосибирска, Краснодара, Майкопа, Саратова, Туапсе, Кирова, Сочи, Ростова-на-Дону, Белгорода, Ессентуки...

Каждая такая конференция предшествовалась изданием книги тезисов представленных докладов. На каждой конференции проводились экскурсии по достопримечательным местам города Туапсе и Туапсинского района.

Основная глобальная теоретическая проблема, которая рассматривалась на наших конференциях, — это проблема происхождения биосферы (экосферы) нашей планеты. В этой проблеме — автор этой книжки, ныне туапсинец, Е. К. Мархинин — признанный авторитет. Поэтому, очевидно, опубликование этой книжки именно в г. Туапсе несомненно оправдано.

В решениях проведенных в Туапсе международных научных конференций «Вулканизм, биосфера и экологические проблемы» рекомендовалось создать в городе Туапсе музей «Вулканизм и биосфера».

Это решение было поддержано Президиумом РАН в лице академика Д. В. Рундквиста, а также дирекцией Государственного геологического музея им. В. И. Вернадского (г. Москва), готового оказать необходимую помощь.

Рад отметить, что в г. Туапсе в помещении Туапсинского историко-краеведческого музея уже создана и функционирует постоянная выставка «Вулканизм и биосфера» и предполагается рассмотреть вопрос о создании самостоятельного музея, посвященного проблеме происхождения биосферы.

Вопрос о происхождении биосферы (экосферы) Земли имеет огромное естественно-научное значение, и мы надеемся, что книга, написанная признанным авторитетом в этой области, будет встречена читателями с большим интересом.

Глава г. Туапсе,
кандидат юридических наук,
профессор



Г. Ю. ПРИЛУЦКИЙ

ВВЕДЕНИЕ

Биосфера — это сфера жизни, жизненная сфера. Термин ввел в 1875 году великий австрийский геолог Эдуард Зюсс.

Сфера жизни нашей планеты объединяет внешние оболочки Земли: земную кору, гидросферу и атмосферу и населяющие их живые организмы. Всю их совокупность — от микробов до людей.

Учение о биосфере обычно связывают с именем академика В. И. Вернадского. Но В. И. Вернадский не учитывал самого главного — роли вулканов в её образовании.

Один из учеников В. И. Вернадского — академик А. П. Виноградов, возглавлявший в своё время в Академии наук СССР секцию наук о Земле, утверждал даже, что значение вулканических продуктов в земной коре ничтожно, что они составляют лишь сотые или даже тысячные доли процента от её объема (2).

Еще в пятидесятых годах прошлого столетия я поставил перед собой задачу определить роль вулканических процессов в формировании внешних оболочек Земли. Занимаясь выяснением роли вулканизма в жизни нашей планеты, я еще в шестидесятых годах прошлого столетия пришел к заключению что: «Вся геохимическая эволюция осадочной, водной и воздушной оболочек Земли, так же как возникновение и развитие жизни, есть преобразование с течением времени в основном вулканического материала».

«Особенно сложную эволюцию претерпели за время геологической истории летучие компоненты вулканических продуктов: от углекислого газа через различного рода углеродистые соединения до органической основы жизни и от

вулканических паров через морскую воду до крови, циркулирующей в сосудах высокоорганизованных живых существ».

Е. К. Мархинин.
«Роль вулканизма в формировании
земной коры», Москва, 1967 г.,
стр. 238–239.

В 1973 г. при извержении вулкана Тятя мною с коллегами было сделано открытие: в ювенильных пеплах этого извержения были обнаружены абиогенно образовавшиеся сложные органические соединения. А это означало, что «Вулканические извержения были первым шагом, который природа сделала на пути от неживой материи к живой, так как именно вулканы явились теми гигантскими химическими реакторами, в которых образовывались предбиологические соединения, из которых химическая эволюция создала первые живые организмы».

Е. К. Мархинин.
«Вулканы и жизнь» (Проблемы биовулканологии),
«Мысль», Москва, стр. 188.

В 1985 г. свои исследования роли вулканизма в жизни планет Солнечной системы я резюмировал следующим образом: «Вулканизм есть форма развития Земли. Вулканизм есть форма развития планет. Первоначало всего существующего на Земле и на планетах Солнечной системы – огонь вулканических извержений».

Е. К. Мархинин. «Вулканизм».
«Недра», Москва, 1985 г., стр. 284.

Из вышеизложенного следует вывод: Биосфера Земли есть результат вулканической деятельности и саморазвития в течение геологической истории.

Цель этой книжки изложить основные положения нового учения о биосфере как результате вулканической деятельности и саморазвития.

Часть 1.

**РОЛЬ ВУЛКАНИЗМА В ФОРМИРОВАНИИ
ВНЕШНИХ ОБОЛОЧЕК ЗЕМЛИ —
ЗЕМНОЙ КОРЫ, ГИДРОСФЕРЫ
И АТМОСФЕРЫ — СФЕРЫ ОБИТАНИЯ
ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ**

1. ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ ПЛАНЕТЫ ЗЕМЛЯ

Волны землетрясений распространяются в слоях Земли со скоростями, достигающими скорости космических кораблей. Но скорости их в различных слоях Земли разные. И на границах слоев изменяются они не постепенно, а скачкообразно. В 1909 г. югославский физик А. Мохоровичич обнаружил резкое увеличение скоростей сейсмических волн на глубине около 40 км под континентом. Другие исследователи определили, что под горными хребтами эта глубина несколько больше (60–70 км), а под океаном гораздо меньше (6–8 км). Эта поверхность резкого изменения скоростей сейсмических волн получила название границы Мохоровичича (М). Слой, лежащий выше нее, называют земной корой. Несколько позднее благодаря работам Вихерта, Гутенберга и Джефриса приблизительно на глубине 2900 км была установлена еще одна поверхность скачкообразного изменения скоростей сейсмических волн. Оказалось, что непосредственно ниже этой поверхности поперечные сейсмические волны вообще не распространяются, а не распространяются они, как известно, в жидкости. Так было обнаружено жидкое центральное ядро Земли. Итак, Земля состоит из трех главных слоев — твердой земной коры (0–40 км), твердой оболочки, или мантии (40–2900 км), и жидкого ядра (2900–6370 км). Есть основание полагать, что внутри жидкого ядра расположено еще внутреннее, меньших размеров, ядро, которое может оказаться и твердым. Оболочка и земная кора также не однородны, а состоят из нескольких слоев.

С точки зрения связи вулканизма с глубинным строением Земли особый интерес представляет так называемая астеносфера («мягкая» сфера — термин введен американским геологом Дж. Баррелом в 1914 г.) Это — залегающий в мантии слой (возможно, прерывистый), кровля которого располагается на глубинах порядка 100 км под континентами и около 50 км под океанами. Мощность его составляет 250–300 км.

Отличительная особенность астеносферы — понижение скорости сейсмических волн. Они выше над астеносферой в слоях мантии, подстилающих земную кору, и в слоях мантии, лежащих ниже астеносферы. Это означает, что на астеносферных глубинах существует такое соотношение температур и давлений, при котором мантийное вещество находится в квазирастопленном состоянии, а при снижении давления может перейти в расплавленное.

2. О МАГМАТИЧЕСКИХ ОЧАГАХ

Естественно заключить, что области питания вулканов — магматические очаги — вероятнее всего находятся в астеносфере. Д. Шимозуру по анализу сейсмических данных предполагает в астеносфере наличие жидкой фазы (силикатного расплава) и оценивает ее объем в 11–15 % от общего объема вещества астеносферы (1). Специальные исследования, проведенные в областях активного вулканизма, свидетельствуют о том, что независимо от приуроченности вулканов к той или иной глобальной структуре — к рифтам океанических хребтов, к внутриокеаническим цепям вулканов, к зонам субдукции или к внутриконтинентальным рифтам — корни их уходят в астеносферу.

Коснемся имеющихся геофизических данных для вулканов различных структурных зон. Такие данные известны, например, для Исландии — региона, представляющего собой выступающую над морем часть срединноокеанического хребта. По сейсмологическим исследованиям под вулканами Ис-

ландии определена низкоскоростная зона, уходящая от верхов мантии на глубины порядка 250 км (1). Верхняя граница мантии устанавливается на глубине 10–17 км. Ширина зоны с высоким коэффициентом затухания сейсмических волн оценивается не более чем в 100 км. Все эти данные в совокупности позволяют предполагать поступление магмы толеитовых базальтов в рифтовых зонах срединно-океанических хребтов из астеносферного слоя.

В геофизическом отношении относительно хорошо изучены недра вулканов Гавайских островов. Г. Итон отмечал подъем гипоцентров землетрясений, сопровождающих извержения Килауэа, с глубин приблизительно 60 км и до поверхности Земли.

По данным наблюдений длиннопериодных электромагнитных колебаний проводящий слой, ассоциирующийся с присутствием расплава, выделен на глубине около 350 км (1). Это является аргументом в пользу гипотезы об очень глубоком источнике питания («горячей точке») гавайских вулканов. Мощность коры под вулканами значительно превышает среднюю для океанической коры и достигает 12–20 км.

В зонах субдукции (под островными дугами) источники магматического питания вулканов связываются также с большими глубинами. Так, на Камчатке под Центральной депрессией и Восточным вулканическим поясом от границы Мохоровичича и до глубины 200–300 км отмечаются аномально низкие скорости сейсмических волн (V_p 7,3–7,4 км/с) (1). Аномально низкие значения сейсмических волн установлены под Курильской вулканической грядой вплоть до глубин, соответствующих фокальной зоне (1). Известны они и под вулканами Японии, где отмечается также высокое поглощение сейсмических волн между сейсмофокальной зоной и земной корой.

Итак, из магматических очагов, находящихся под земной корой, в астеносфере, вулканы выносят силикатный расплав и газы на поверхность Земли. Здесь силикатные продукты идут на увеличение массы земной коры, а магматические (вулканические) газы — на увеличение массы гидросферы и атмосферы.

3. РОЛЬ ВУЛКАНИЗМА В ФОРМИРОВАНИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Силикатный каменный расплав — магму, который вулканами извергается в виде потоков лавы, лавовых выжимок-куполов, раскаленных пеплов, шлаков, пемзы, вулканических бомб и так называемых палящих туч, можно образно назвать «живым» камнем. «Жизнь» его при извержениях, пока его температура высока (до тысячи и более градусов Цельсия), протекает бурно. Лавовые потоки текут нередко со скоростью настоящих рек, взрывы выбрасывают тучи пепла, шлаков и бомб на высоту в тысячи, а то и в десятки тысяч метров, вулканические конусы и прилегающая к ним местность содрогаются и трескаются под напором прорывающейся к поверхности Земли магмы. Часто при этом на образовавшихся протяженных трещинах рождаются новые вулканы. Магма дает им жизнь, и питает их в течение многих тысячелетий. Вулкан — как человек, рождается, переживает юность, зрелый возраст, старость и, наконец, умирает, когда его жизненная сила — магма — перестает его питать.

На Земле свыше 800 действующих вулканов. Их общая средняя «производительность» — 3–6 миллиардов тонн извергаемого вещества в год.

На поверхности Земли вулканические породы поступают в круговорот геологических процессов, претерпевают глубокие изменения и служат тем исходным материалом, переработка которого приводит к образованию различных горных пород, слагающих земную кору. Многие геологи убеждены в том, что интенсивность вулканизма в геологическом прошлом была больше, чем в настоящее время. Но даже если исходить из того, что в геологическом прошлом интенсивность вулканизма в среднем была близка к современной и составляла от 3 до 6 миллиардов тонн извергаемого материала в год, то в течение всей геологической истории Земли, насчитывающей 4,5 миллиарда лет, из недр Земли на ее поверхность вулкана-

ми должно было быть вынесено от $13,5 \times 10^{18}$ до 27×10^{18} тонн вулканических продуктов. Эти цифры близки к массе земной коры всех континентов вместе взятых — 18×10^{18} тонн.

Если при этом учесть, что дно океанов сложено в основном вулканической породой — базальтом, а горы на дне океана — это современные или древние вулканы, то следует, что внешняя каменная оболочка Земли — кора — сформировалась из материалов, вынесенных из недр планеты вулканами.

4. О СООТНОШЕНИИ ВУЛКАНИЧЕСКОГО И МЕТЕОРИТНОГО МАТЕРИАЛА В ПОРОДАХ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Помимо вещества, выплавляющегося из мантии и поступающего на поверхность Земли во время вулканических извержений, на Землю поступает вещество из космического пространства. Каково же соотношение вещества вулканического и метеоритного происхождения на поверхности нашей планеты? Л. Е. Кринов (1954) оценивает ежедневный прирост массы Земли за счет метеоритов в 10–20 т. Таковую же цифру приводит Б. А. Воронцов-Вельяминов:

«С ослаблением звездной величины метеоров на единицу, их число возрастает в 2,5 раза. Однако, ослабление на одну звездную величину означает уменьшение вязкости в 2,5 раза, и в таком же отношении уменьшается их масса (так как при одинаковой скорости яркость метеора пропорциональна его массе). Благодаря такому случайному совпадению суммарная масса метеоров каждой звездной величины оказывается одна и та же, а именно 110 кг.

...Самые яркие из метеоров имеют яркость, соответствующую — 10-звездной величине. Метеориты, которые были бы слабее + 30-звездной величины, настолько малы, что они давлением света, которое для них превышает тяготение, изгоняются из солнечной системы... За сутки на Землю выпадает около 10 т метеоритного вещества. Если с тех пор, как земная

кора затвердела, т.е. примерно за последние два миллиарда лет, метеориты падали так же часто, как теперь, то на каждый квадратный километр поверхности выпало по 10 тыс. т метеоритного вещества, что составляет слой менее 10 см толщины» (1964, с. 193). Отсюда следует, что из космоса на поверхность Земли выпадает приблизительно лишь одна миллионная доля вещества, поступающего из недр мантии при вулканических извержениях.

5. РОЛЬ ВУЛКАНИЗМА В ОБРАЗОВАНИИ ГИДРОСФЕРЫ

Анализы проб газа, отобранных непосредственно из жидкой лавы, газов, сохранившихся в застывшей лаве, и газов фумарол (вулканических газовых струй) свидетельствуют о том, что из магмы в процессе ее подъема к поверхности земли и извержения выделяется большое число летучих соединений. Среди них главные — водяной пар (иногда более 90 %), водород, метан и другие углеводороды, окись и двуокись углерода, азот, аммиак, хлористый водород, сернистые соединения, фтористый водород, борная и мышьяковистая кислоты, хлориды и фториды металлов, фосфорные соединения.

Почему и как взрывается магма? Она способна взрываться потому, что представляет собой раствор газов в горячем силикатном расплаве.

Вулканические взрывы подобны выстрелам шампанского. Стоит нагреть бутылку шампанского, а затем, держа ее вертикально, вынуть из нее пробку (весьма возможно, что пробка стремительно вылетит сама, как только с нее будет снята проволочка), и сила расширяющихся газов выбросит все содержимое бутылки. Если же вынести шампанское на холод, вино через какое-то время остынет, и можно будет спокойно извлечь пробку из бутылки, не опасаясь «выстрела». «Извержения» не произойдет и тогда, когда мы проколем иглой пробку и выпустим часть газа из бутылки.

Стало быть, для «выстрела» шампанского нужны тепло и газ. Вот и магма способна взрываться лишь тогда, когда она достаточно горяча и содержит растворенный газ. Как и в случае с бутылкой шампанского, взрыв произойдет только, когда внешнее давление на магму, скажем, давление вышележащих пород, станет меньше, чем давление растворенных в магме газов.

Если давление растворенных в магме газов превысит внешнее давление, газ начнет выделяться из раствора. В магме будут образовываться газовые пузырьки. Может наступить момент, когда соединение соседних пузырьков станет всеобщим и лава окажется разорванной на мелкие частицы жидкости, заключенные между соседними пузырьками. Если давление газа в пузырьках в этот момент будет достаточно велико, произойдет взрыв. Сила взрыва будет тем больше, чем больше давление газа.

Энергия вулканического взрыва — это работа, которую совершает газ при расширении от небольшого объема, занимаемого им в магме перед взрывом, до объема, который он займет при атмосферном давлении. Зная эту работу, можно определить и количество газа, необходимое, чтобы ее произвести.

Во время сильного вулканического взрыва из магмы высвобождается 3–4 весовых процента газа.

Другими словами, мы вправе считать, что приблизительно 3 процента от общего количества продуктов вулканических извержений составляет вода.

Исходным материалом для образования земной коры континентов служили в основном продукты вулканических взрывов. Известно, что дно океанов, где насчитывают более 10000 вулканов, сложено базальтами. Таким образом, есть основание утверждать, что все вещество земной коры в конечном итоге вулканического происхождения. Масса земной коры близка $24,6 \times 10^{18}$ тонн. Учитывая, что при вулканических извержениях из магмы в среднем выделяется 3% воды, находим, что за время формирования земной коры из мантии на поверхность Земли должно было поступить при извержении

ях $7,4 \times 10^{17}$ тонн воды. Это значит, что ежегодный средний приток вулканической воды $1,3 \times 10^8$ тонн.

Масса воды в Мировом океане $14,4 \times 10^{17}$ тонн — это 97 % всей воды в гидросфере. Следовательно, около половины воды гидросферы создано вулканическими извержениями. Другую половину, несомненно, составляет вода, сброшенная магмой при ее подъеме к поверхности.

Существуют различные гипотезы по поводу того, почему морская вода соленая. Однако сравнение состава водных вытяжек пеплов с составом морской воды и произведенные подсчеты количества солей, которые должны были быть в течение геологической истории вымыты атмосферными водами из свежих вулканических пеплов и привнесены в океан, выявило наиболее вероятный механизм образования солевого состава вод океана.

В морской воде растворена масса разнообразных солей. В ней главным образом в виде ионов содержится (в миллионах миллиардов тонн): хлора — 27,2, натрия — 15,1, четырехоксида серы — 3,8, магния — 1,9, кальция — 0,6, калия — 0,5, брома — 0,1.

Много в морской воде и других веществ: 1900 миллиардов тонн фтора, 14 миллиардов тонн железа и столько же алюминия. Вообще же в морской воде содержится более 70 химических элементов.

Свежие вулканические пеплы содержат много легко растворимых солей натрия, калия, кальция, магния. Как показали анализы, в каждом 100 граммах свежего пепла содержится в миллиграммах:

	от	до		от	до
хлора	76	530	четырёхоксида серы	234	938
натрия	10	124	магния	17,3	38,8
брома	1,2	2,1	кальция	84	489
фтора	1,5	6,7	угольной кислоты	12,0	104
железа	3,1	13,8	калия	2,4	34,5
алюминия	5,3	21,0	борной кислоты	1,5	4,2

За геологическую историю из адсорбированных пеплами легкорастворимых солей могло быть вымыто и вынесено в море (в миллионах миллиардов тонн):

	от	до		от	до
хлора	18,7	130	брома	0,3	0,5
натрия	2,5	30	фтора	0,4	1,6
четыреокиси серы	58	230	железа	0,8	3,5
магния	4,3	9,5	алюминия	0,9	5,2
кальция	25	120	угольной кислоты	3,0	25,6
калия	4,9	8,5	борной кислоты	0,4	1

Этих количеств с избытком хватает для того, чтобы образовать в основном солевой состав морской воды.

Итак, океан – результат вулканической деятельности.

6. О ПОВЫШЕНИИ УРОВНЯ МИРОВОГО ОКЕАНА

Если за счет вулканических извержений и благодаря сольфатарной и гидротермальной деятельности на поверхность Земли из ее глубоких недр ежегодно поступает 4×10^8 т ювенильной воды, то, следовательно, уровень океана должен ежегодно повышаться на некоторую величину. При современной площади Мирового океана $3,6 \times 10^{14}$ м² эта величина составит приблизительно 0,001 мм.

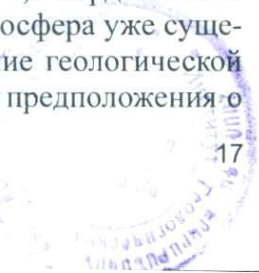
Интересно сопоставить эту цифру с данными многолетних измерений уровня океана. Г. П. Калинин, Е. И. Бреслав и Р. К. Клиге пишут: «Одним из первых крупных исследований, посвященных современному изменению среднегодового уровня Мирового океана, является работа Б. Гутенберга (Gutenberg, 1941), который показал, что для периода 1860–1936 гг. характерно общее повышение уровня океана со средней скоростью около 1,2 мм в год. Близкие результаты были получены П. Кюненом (Kuennen, 1950). Для периода 1880–1930 гг. он получил изменение морского уровня +1,3 мм в год. Исследования Г. Валентина (Valentin, 1952) показали, что подъем уровня моря может достигать 1–2 мм в год (1880–1950 гг.).

5975
99766

Исследуя вековые изменения среднего уровня Атлантического океана, Н. В. Буторин (1960) получил для периода 1890–1946 гг. общее повышение уровня на 6,1 см. Р. В. Фейрбридж и О. А. Кребс (Fairbridge, Krebs, 1962), используя тщательно отобранные данные по уровням моря, рассчитали кривую изменения среднегодового уровня океана за 100 лет (1860–1960 гг.). Анализ этой кривой показал, что самая низкая точка уровня моря была примерно в 1890 г. Средний подъем уровня в период 1900–1950 гг. составлял 1,2 мм в год. Авторы справедливо связывают эти изменения уровня океана с вариациями климата. Следует, однако, подчеркнуть, что они происходят на фоне постепенного повышения уровня Мирового океана приблизительно на 0,001 мм в год, обусловленного ежегодным поступлением в него около 4×10^8 т ювенильной воды сульфатом, гидротерм и воды, высвобождающейся из магмы при вулканических извержениях. Наши представления о постепенном повышении уровня Мирового океана перекликаются с представлениями О. Г. Сорохтина и А. С. Монины, согласно которым в катархее и архее воды в океанах было еще недостаточно, чтобы покрывать срединноокеанические хребты. Их вершин морская вода достигла лишь к началу протерозоя. Авторы предполагают, что вслед за этим наступил период, когда поступающая из мантии ювенильная вода почти вся поглощалась корой и шла главным образом на серпентинизацию гипербазитов. Предполагается, что дальнейший рост объема воды в Мировом океане протекал с начала среднего протерозоя.

7. ГИДРОСФЕРА В ИСТОРИИ ЗЕМЛИ

Возраст древнейших осадочных пород, недавно обнаруженных в Гренландии, составляет не менее 3,8 млрд. лет. Это свидетельствует о том, что в то время гидросфера уже существовала. Анализ образовавшихся в течение геологической истории Земли осадков позволяет строить предположения о



составе древней гидросферы и ее эволюции. Интересно, что упомянутые выше древнейшие осадки Земли представлены бурыми железняками. Возможно, их происхождение аналогично железистым осадкам современных подводных кратеров и кальдер.

Будучи изначально результатом конденсации вулканических паров, гидросфера в течение геологической истории прошла большой и сложный путь эволюции, который достаточно подробно прослежен Н. М. Страховым.

«Химический состав «первозданного океана» был, вероятно, свособразен и резко отличен от современного. Так как в конденсированных парах воды были растворены и продолжали вновь и вновь растворяться выбрасываемые вулканами кислые дымы (фумаролы), то гидросфера, несомненно, была очень кислой и являлась по существу более или менее конденсированным раствором HCl , HF , H_3BO_3 , H_2SiO_3 с рН, близким к 1–2. В этой воде были растворены также некоторые газы – H_2S , CH_4 и другие углеводороды, а также CO_2 , но сульфатов еще не было, или они существовали только в следах, ибо не было свободного O_2 для окисления H_2S в H_2SO_4 . Трудно определить общую соленость этой исходной воды, но опять-таки по аналогии с современными гидротермами она не могла быть большой и измерялась, вероятно, долями процента» (10).

Х. Д. Холлаид считает, что широкое распространение докембрийских железистых формаций легче всего понять, если предположить, что морская вода в докембрии была насыщена аморфным кремнеземом, а содержание кислорода в атмосфере было настолько низким, что морская вода в контакте со значительной частью океанического дна была практически лишена его (12).

Мнение Х. Д. Холланда не совпадает с мнением Н. М. Страхова о наличии в докембрийской гидросфере сульфатов и ее общей минерализации: «Изотопный состав серы докембрийских осадочных сульфидов свидетельствует о том, что сульфат был уже важным компонентом океанической воды.

Химические и минералогические особенности осадочных пород заставляют предполагать, что соленость морской воды не была незначительной и что отношения катионов были близкими к их сегодняшним значениям» (10).

Кислый первозданный океан, по составу воды напоминающий, вероятно, озера в кратерах вулканов, постепенно изменялся. Кислые воды его интенсивно взаимодействовали с породами берегов и ложа и постепенно нейтрализовались. Еще более важное значение, согласно Н. М. Страхову, имела нейтрализация благодаря поступлению с суши карбонатов К, Na, Ca, Mg, образовывавшихся под воздействием атмосферного углекислого газа. Состав воды постепенно становился хлоридным. С исчезновением в океане сильных кислот началось прогрессивное накопление карбонатных солей. Докембрийским карбонатным породам свойственно высокое значение отношения доломит: кальцит. Оно проявляет тенденцию к прогрессивному снижению во времени. Причина, вероятно, заключается в том, что в докембрии могли в изобилии выпадать осадки доломитов химического происхождения. Доломиты Булавейо в Южной Африке образовались почти 3 млрд. лет назад. Мощная доломитовая свита с возрастом около 2 млрд. лет известна в Трансваале. Это говорит о значительном содержании в докембрийской морской воде углекислого газа и высоком щелочном резерве. В дальнейшем карбонаты биологического происхождения начали преобладать над химическими карбонатными осадками, карбонаты кальция — над карбонатами магния. По мере развития на Земле жизни и процессов фотосинтеза содержание углекислоты уменьшалось и в атмосфере, и в морской воде.

Наряду с запечатленными в осадках признаками высокого содержания в древней гидросфере углекислого газа имеется целый ряд фактов, свидетельствующих о низком содержании в докембрийской гидросфере кислорода. О том, что морская вода на контакте с дном океана в докембрии была практически лишена кислорода, свидетельствует также часто

встречающиеся в архее магнетитовые руды. Магнетит содержит закись железа, которая могла образоваться лишь в условиях недостатка кислорода. Содержащиеся в докембрийских железных рудах примеси неоокисленных сульфидов железа; наличие легко окисляемых урановых смолков и уранинита в золото-ураноносных месторождениях Витватерсранда в Южной Африке, Коли-Колтимо в Финляндии, Жакобины в Бразилии; присутствие неоокисленного графита в докембрийских толщах — все эти факты могут быть объяснены только если допустить весьма низкое содержание кислорода в докембрийских гидросфере и атмосфере.

Позже возникновение фотосинтеза, быстрое накопление кислорода в атмосфере и гидросфере привели к превращению вод океана из хлоридных в хлоридно-карбонатно-сульфатные с рН, близким к нейтральному.

Дальнейшее уменьшение в атмосфере и гидросфере количества углекислого газа и увеличение содержания кислорода означали продолжающийся рост рН морской воды и превращение океанических вод в воды щелочные.

8. РОЛЬ ВУЛКАНИЗМА В ОБРАЗОВАНИИ АТМОСФЕРЫ

Образование гидросферы и ее эволюция были самым неразрывным образом связаны с образованием и эволюцией атмосферы. И коль скоро мы пришли к выводу, что земная кора в течение геологической истории формировалась главным образом из силикатных продуктов вулканической деятельности, а гидросфера параллельно этому процессу — из летучих компонентов, участвующих в вулканических извержениях, и ювенильной воды фумарол и гидротерм, мы не можем не прийти к заключению, что атмосфера также постепенно образовывалась из газовых компонентов вулканической деятельности. Обращает на себя внимание следующее: отношение массы атмосферы к массе гидросферы и массе земной коры равно

приблизительно 1 : 300 : 5000. Отношение газов, воды и твердых продуктов в вулканических извержениях приблизительно 1 : 3 : 100.

Интересно, что отношение массы гидросферы к массе земной коры (3 : 50) практически совпадает с отношением: вода, высвобождающаяся из магмы при взрывах, и вода, поступающая на поверхность Земли в составе фумарол и гидротерм к силикатным продуктам вулканических извержений.

Приведенные выше тройные отношения сильно различаются прежде всего потому, что лишь ничтожная часть газов, поставляемых извержениями на поверхность Земли, пошла на формирование атмосферы. Большая часть их превратилась в твердые вещества (углерод, сера) или была растворена в воде (хлористый водород, сернистые газы).

В составе вулканических газов от наиболее высокотемпературных до самых низкотемпературных почти всегда можно обнаружить углекислый газ, первый после воды важнейший газовый компонент, и азот.

При отборе вулканических газов в пробы почти неизбежно попадает воздух. Поэтому из данных анализов обычно исключают весь кислород и тот азот, который находится с ним в «воздушном» соотношении. Но почти всегда наблюдается избыточный азот. Некоторые исследователи склонны и этот азот считать воздушным, полагая, что часть кислорода воздуха, попавшая в пробу, расходуется на окисление.

Оценить, какая же часть азота в пробе ювенильная вулканическая, — трудно. Но само наличие в пробах ювенильного азота не вызывает сомнений. Вулканический азот и, может быть, некоторые азотсодержащие вулканические газы (аммиак) и углекислый газ были и остаются постоянными источниками главных газов атмосферы — азота, кислорода и углекислого газа.

Так же как гидросфера, атмосфера в течение геологической истории прошла сложную эволюцию. Общеизвестно, что первичный состав атмосферы был совершенно иным, чем современный.

В.В.Руби пишет, что химические и геологические данные указывают на то, что углекислота и азот были, по-видимому, господствующими газами в древней атмосфере. Согласно Н. М. Страхову, первичная атмосфера состояла в основном из CO_2 , к которому были подмешаны пары воды, аммиак, метан и малые порции инертных газов.

Многочисленные геологические исследования докембрийских отложений подтверждают этот вывод. Так, например, И. А. Бергман на основании изучения железистых формаций криворожской осадочно-метаморфической серии пришел к заключению, что формирование осадочных пород в нижнепротерозойском геосинклинальном цикле происходило в условиях восстановительной атмосферы, обогащенной углекислотой и, вполне вероятно, метаном и аммиаком.

Известно, что важнейшую роль в эволюции атмосферы сыграло зарождение жизни, в особенности возникновение растений и появление процесса фотосинтеза. Оно означало возникновение и быстрое накопление в атмосфере свободного кислорода и одновременный рост за счет вулканического газа органического вещества.

Биосфера и масса органического и живого вещества в ней в течение геологической истории Земли постепенно увеличивались благодаря аккумуляции живыми организмами продуктов эволюции первично вулканической воды и газов. Этот процесс протекал параллельно росту земной коры, гидросферы и атмосферы Земли.

Из всего изложенного можно сделать вывод: вся геохимическая эволюция осадочной, водной и воздушной оболочек — есть преобразование с течением времени вулканического материала. Внешние оболочки Земли представляют собой результат деятельности вулканов и эволюции вулканических продуктов в течение геологической истории Земли.

Часть 2.

**РОЛЬ ВУЛКАНИЗМА
В ВОЗНИКНОВЕНИИ ЖИЗНИ**

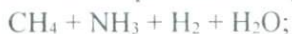
1. ПЕРВЫЙ ШАГ ОТ НЕЖИВОГО К ЖИВОМУ

Биосфера — это сфера обитания живых организмов плюс сами живые организмы.

Из предыдущей части с очевидностью следует, что сфера обитания живых организмов, в которую входят земная кора, гидросфера и атмосфера, есть результат вулканической деятельности. Но в этой сфере будущего обитания живых организмов на первых этапах геологического развития Земли живых организмов еще не было. Планета была безжизненна. Живым организмам еще только предстояло возникнуть. Природа должна была сделать первый шаг от неживой материи к живой. Очевидно, сначала должны были образоваться комплексы сложных органических соединений — предбиологические системы. И уже их химическая эволюция, согласно академику А. И. Опарину, привела к возникновению первых простейших живых организмов. Чтобы понять, как могли образоваться предбиологические системы, исследователи провели ряд экспериментов.

Предпосылкой постановки модельных экспериментов по абиогенному синтезу биологически важных соединений явилась разработка А.И. Опариным в 1924 г. основ материалистической теории происхождения жизни. Целью их было воссоздание возможных условий возникновения предбиологических соединений на «примитивной» Земле. Чаще всего воссоздавался предполагаемый состав атмосферы Земли в добиологический период и тот или иной возможный источник энергии. Г. Юри и некоторые другие авторы предполагают, что добиологическая атмосфера состояла в основном из метана, аммиака, водорода и паров воды. В. Руби и Н.М. Страхов за основные газы этой атмосферы принимали CO_2 , N_2 , а аммиак, метан, пары воды и инертные газы рассматривали как примеси. В экспериментах по абиогенному синтезу исполь-

зовались все перечисленные газовые компоненты. Д. Кеньон и Г. Стейнман приводят, в частности, следующие их комбинации в экспериментах с электрическими разрядами:



В качестве источников энергии использовались электрические разряды, тепловая энергия, ультрафиолетовые излучения, ионизирующие излучения.

Исходя из предположения Г. Юри о метано-аммиачной добиологической атмосфере, С. Миллер в качестве источника углерода использовал метан, источника азота — аммиак, источника кислорода — воду. Он сконструировал специальный прибор. В нижний сосуд прибора наливали воду. В верхний сосуд объемом около 5 л были вмонтированы два электрода, разделенные промежутком около 1 см. Прибор через кран заполняли водородом, метаном и аммиаком, давление которых составляло 1333, 2666 и 2666 Па соответственно. С помощью трансформаторов Тесла получали искровой разряд напряжением 60 тыс.В. При этом воду в нижней камере нагревали, пары воды проходили через левую соединительную трубку в разрядную камеру. Проходя через холодильник, расположенный ниже разрядной камеры, пары воды конденсировались, и таким образом осуществлялся циклический процесс. Продукты реакций, образовавшиеся в камере, попадали в водную фазу. Благодаря такой конструкции прибора летучие компоненты имели возможность многократно проходить через разрядную камеру. Через неделю на электродах отлагалось желто-коричневое вещество, а водная фаза становилась желтой. Анализы показали образование в эксперименте следующих аминокислот:

	Выход, 10 ⁻⁵ моль	Выход, %*
Глицин	63	2,1
Аланин	34	1,7
Саркозин	5	0,3
β-аланин	15	0,8 —
α-Аминомасляная кислота	5	0,3
N-метилаланин	1	
Аспарагиновая кислота	0,4	
Глютаминовая кислота	0,6	

Вторую группу синтезированных органических веществ, выход которых был сравним с выходом аминокислот, составляли летучие органические кислоты: муравьиная, пропионо-вая, гликолевая, молочная. В процессе эксперимента изменялся состав газовой смеси: увеличивалось процентное содержание водорода, добавлялись окись углерода, двуокись углерода, азот за счет метана и аммиака (рис 1).

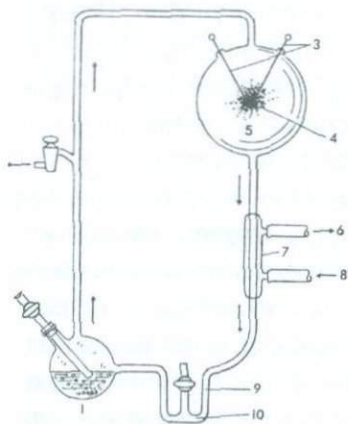


Рис. 1. Прибор Миллера для синтеза органических соединений в восстановительной атмосфере под действием искровых разрядов: 1 — колба с кипящей водой; 2 — к вакуумному насосу; 3 — электроды; 4 — искровой разряд; 5 — смесь газов (CH_4 , NH_3 , H_2O , H_2); 6 — выход воды; 7 — холодильник; 8 — подача воды; 9 — вода, содержащая органические соединения; 10 — ловушка.

После опытов Миллера было много вариаций этого эксперимента. Например, П. Эйбелсон провел опыт со смесью CO_2 , N_2 , H_2 и H_2O . Однако больший выход аминокислот он получил, заменяя азот аммиаком. К. Геймс ставил опыт со сме-

* По отношению к начальному количеству углерода.

сью метана, аммиака, паров воды и кислорода и показал, что образование аминокислот в этом случае идет только после того, как весь кислород израсходуется на окисление метана и аммиака. Было доказано также, что образования аминокислот не происходит, если газовая смесь состоит только из CO_2 , N_2 , H_2O . Т.Е. Павловская и А.Г. Пасынский осуществили опыт со смесью CH_4 , CO и NH_3 и установили, что обеднение газовой смеси водородом увеличивает выход аминокислот. И Оро заменял часть метана этаном и получил более богатую смесь аминокислот, содержащую, помимо ранее обнаруженных, пролин, валин и лейцин.

В его опыте образовались также неидентифицированные соединения, дающие при гидролизе аминокислоты. Было проведено и много других экспериментов, дополнивших первоначальные результаты.

В 1964 г. К. Харада и С. Фокс опубликовали работу с изложением результатов эксперимента, в котором они подвергали действию высокой температуры смеси газов, состоящих из метана, аммиака и воды. Смеси газов пропускали через стеклянную трубку, содержащую кварцевый песок, силикагель, вулканическую лаву или глину, нагретые до температуры 900–1000 °С. Были синтезированы 12 аминокислот, встречающихся в белках (аспарагиновая кислота, глютаминовая кислота, глицин, аланин, валин, лейцин, изолейцин, треонин, серин, пролин, тирозин и фенилаланин). К. Харада, С. Фокс, а также И. Оро показали, что в реакциях синтеза аминокислот наполнители трубок играли роль катализаторов. Выход аминокислот, особенно сложных, увеличивался в присутствии кварцевого песка или силикагеля, в то время как в горячих трубках без наполнителя синтезировались лишь несколько простых аминокислот. С. Фокс и К. Дозе отмечают, что при температурах около 1000 °С связи С-Н, N-H и O-H разрываются и в газовой смеси возникает большое количество радикалов. При быстром охлаждении газовых смесей до комнатной температу-

ры взаимодействие радикалов может приводить к образованию больших молекул, в том числе аминокислот.

М. Таубе и его сотрудники приводят следующие данные о своих экспериментах по синтезу многих сложных органических соединений. Газовые смеси нагревались от 100 до 800 °С в течение 0,28 с. В зоне реакций, заполненной силикагелем с оптимальной температурой 1000 °С, они находились в течение 0,125 с. Затем газовые смеси охлаждали до 0 °С за 0,4 с. При этом 95 % аммиака вступало в реакцию. Было рассчитано, что для синтеза 1 моля глицина или аланина при 1000 °С требуется приблизительно 3×10^{10} Дж. С. Фокс и К. Дозе подчеркивают тот факт, что большинство аминокислот, синтезирующихся в модельных опытах, встречается в белках.

Мы не будем подробно останавливаться на многочисленных модельных опытах по абиогенному синтезу микромолекул. В этих опытах использовались различные источники энергии, в частности ультрафиолетовые лучи, α -лучи, β -лучи, γ -лучи, различные реакционные фазы (не только газовая, но жидкая и твердая), применялись разнообразные реагенты.

Проведенные модельные эксперименты продемонстрировали целый комплекс разнообразных условий, при которых возможен абиогенный синтез многочисленных биологически важных соединений, образующих предбиологические системы. И в этом их основное значение.

Слабая сторона модельных экспериментов заключалась в том, что это были поиски наугад. Это были попытки воссоздать гипотетические условия гипотетической атмосферы добиологической Земли. На самом деле комплекс условий, воссоздававшихся в модельных экспериментах, характеризует важнейшее планетарное природное явление – вулканизм.

Как в модельных экспериментах, так и в пеплово-газовых вулканических столбах «используются»: 1) одни и те же газовые компоненты (только смеси вулканических газов более сложные); 2) электрические разряды (в вулканическом процессе более мощные); 3) начальные температуры, равные 1000–900 °С; 4) минеральные катализаторы (в пеплово-газо-

вых столбах более разнообразные). Поэтому у автора были основания предполагать, что в пеплово-газовых вулканических столбах во время извержения могут образовываться биологически важные органические соединения.

Извержение вулкана Тятя на о. Кунашир в июле 1973 г. дало возможность проверить это предположение. А изучение извержения камчатского вулкана Толбачик в 1975–1976 гг. подтвердило полученные при извержении вулкана Тятя результаты. Эти результаты позволяют сделать следующий важный вывод: первый шаг от неживого к живому Природа сделала в процессе вулканических извержений.

2. ВУЛКАН КАК ХИМИЧЕСКИЙ РЕАКТОР. ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, СУЩЕСТВУЮЩИЕ В ПЕПЛОВО-ГАЗОВЫХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ СТОЛБАХ

Рассмотрим условия, существующие в пеплово-газовых столбах, в сопоставлении с условиями модельных экспериментов, а именно: необходимые для реакций газы, электрические разряды, температуры и температурные градиенты, минеральные катализаторы, градиенты давлений.

Компоненты вулканического газа, исходные для синтеза биологически важных соединений

Важнейшими компонентами вулканических газов являются O, H, C, N, которые в пеплово-газовых тучах образуют различные соединения между собой и с другими элементами. Проведенное изучение более 1000 анализов газов различных вулканов показало наличие в них (почти без исключения) той или иной вариации смеси компонентов, использовавшихся для абиогенного получения аминокислот в экспериментах с электрическими разрядами.

Вода. Вода — важнейший компонент вулканических газов. Водяной пар был главной составляющей вулканических

летучих при извержении как вулкана Тятя, так и вулкана Толбачик. Очевидно, роль воды в пеплово-газовых вулканических столбах аналогична ее роли в модельных экспериментах. При этом следует отметить, что вулканический пар имеет сложный состав. Анализ вулканических конденсатов показывает наличие в них ионов хлора, фтора, сульфидов серы, аммония, натрия, алюминия, цинка, меди, кальция, железа, магния, кадмия, калия, лития, свинца, марганца, олова, мышьяка, серебра, кобальта. Можно предположить, что некоторые из названных компонентов могли иметь определенное значение для реакций синтеза предбиологических соединений.

Водород. Водород обнаружен в составе газовых смесей как на Тяте, так и на Толбачике, где его содержание в пробах, взятых непосредственно из жидкой лавы, варьировало от нескольких до 34 объемных процентов. Водород является важным компонентом высокотемпературных вулканических газов. Очевидно, в составе газовых смесей в пеплово-газовом вулканическом столбе водород может выполнять ту же роль, что и в модельных экспериментах.

Метан и другие углеводороды. Метан и более сложные углеводороды также входили в состав газовых смесей при извержении как вулкана Тятя, так и вулкана Толбачик. На Южном прорыве Толбачинского извержения содержание углеводородов в общем объеме «сухого» газа не превышало 1 %. В то же время в ряде проб вулканического газа, отобранных В.А. Ураковым на Северном прорыве, содержание углеводородов в «сухом» газе достигало 7,4 объемных процента. Можно сделать вывод, что в сложной смеси газов пеплово-газового вулканического столба метан и другие углеводороды могли иметь важное значение для реакций синтеза сложных органических соединений.

Окись и двуокись углерода. В некоторых экспериментах по абиогенному синтезу предбиологических соединений в качестве исходных компонентов использовались окись и двуокись углерода. Оба этих компонента являются в то же

время весьма распространенными компонентами вулканических газов. Они обнаружены при извержении как вулкана Тятя, так и вулкана Толбачик. Содержание $\text{CO} + \text{CO}_2$ в некоторых пробах газа на Тяте превышало 70 объемных процентов (в основном за счет CO_2). Из 36 проб газа, взятых на Толбачике из жидких лав на Южном прорыве, окись углерода содержали три, причем количество ее не превышало 0,26 об. %. Содержание окиси углерода в пробах, отобранных на Северном прорыве, колебалось от 0,25 до 3,8 об. %.

Содержание CO_2 в пробах, отобранных на Южном прорыве, было в основном в пределах от 0,40 до 7,50 об. %, а на Северном прорыве – от 1,4 до 41,1 об. %. По-видимому, наряду с углеводородами в условиях пеплово-газового вулканического столба окись и двуокись углерода могли иметь известное значение для реакций синтеза предбиологических соединений.

Аммиак. Аммиак – важный компонент газовых смесей в модельных экспериментах. Выше мы уже подчеркивали, что он был важной составной частью газовых смесей при извержении как вулкана Тятя, так и вулкана Толбачик. Об этом свидетельствует то, что аммоний был важнейшим катионом в конденсатах вулканических паров вулкана Тятя. Анализ проб магматического газа, взятых из жидких лав на Южном прорыве вулкана Толбачик, показал наличие в них 1 % аммиака. Приблизительно такие же количества аммиака в пробах вулканического газа определены и на Северном прорыве. Но возгоны солей аммония как на Южном, так и на Северном прорыве были весьма обильны и наряду с возгонами поваренной соли резко преобладали над другими возгонами. Это косвенно свидетельствует о том, что аммиак в составе магматических газов имел большое значение.

Азот. В экспериментах по абиогенному синтезу предбиологических соединений, в частности в некоторых экспериментах с электрическими разрядами, аммиак в газовой смеси заменялся азотом. Азот – постоянная составная часть проб вулканических газов, Определен он и в газах вулканов Тятя и

Толбачик. В пробах сухого магматического газа, взятых из жидких лав на Южном прорыве, содержание азота составляло 39 об. % и более. Судя по тому, что эти же пробы содержали только 1,5–2,4 об. % кислорода и до 0,22 об. % гелия, можно считать основную часть азота в пробах магматической.

Проведенные исследования магматических газов вулканов Тятя и Толбачик показывают, что в реакциях, происходивших в пеплово-газовых столбах и приведших к образованию биологически важных соединений, могла участвовать любая из приведенных выше газовых смесей. Но более вероятно, что исходные газовые смеси были значительно сложнее. Вывод: в пеплово-газовых вулканических столбах при извержениях вулканов Тятя и Толбачик находились все исходные газовые компоненты, необходимые для синтеза предбиологических систем.

Электрические разряды

Электрические явления, связанные с вулканическими извержениями, изучены пока слабо. Однако многочисленные молнии, иногда длиной в несколько километров, прорезавшие пеплово-газовые тучи во время извержений, описывались часто. Нередко в литературе мы встречаем описание таких электрических явлений, как огни Эльма и шаровые молнии, тоже связанные с образованием пеплово-газовых туч. Очевидно, электрические явления должны оказывать существенное влияние на процессы, происходящие в пеплово-газовых тучах. Пепло-газовую тучу, образовавшуюся при извержении вулкана Тятя и достигшую высоты 8–10 км, можно условно разделить на: 1) область быстрого вертикального ламинарного течения пепло-газовых струй (приблизительно до 0,1 км от жерла); 2) область разрушения ламинарного течения, образования пепло-газовых клубов; 3) область преимущественно горизонтального движения пепло-газовой тучи в направлении преобладающих ветров. В 1-й области молнии были преимущественно вертикальными, во 2-й — различных направлений, в 3-й — горизонтальными. Причина образования молний —

возникновение мощных флюктуаций электрических зарядов в газовой-пепловой туче.

Электрические процессы в шлако-пепло-газовом столбе вулкана Толбачик изучались О.П. Руленко и П.И. Токаревым (1978). В дополнение к трем областям, выделенным А.Н. Земцовым, А.А. Тронем и Е.К. Мархининым (1976), в эруптивной туче О.П. Руленко и П.И. Токарев выделили четвертую — область выпадения из тучи крупной фракции вулканического материала (бомбы, лапилли, шлак) и пятую — область выпадения из тучи мелкой фракции (пепел).

На основании измерения электрических потенциалов они пришли к выводу, что разделение электрических зарядов в шлако-пепло-газовой туче происходило по фракциям вулканического материала. Крупная фракция несла к Земле положительный заряд, а относительно мелкая — отрицательный. Верхняя часть тучи, образованная парами воды, имела положительный заряд. Учитывая это, О.П. Руленко и П.И. Токарев предложили электрическую структуру пепловой тучи, схема которой приведена на рис. 2. Авторы подчеркивают, что предлагаемая электрическая структура эруптивной тучи является весьма упрощенной. Реальная картина распределения зарядов из-за сильной турбулентности, действия ветра, температурного градиента и других факторов была более сложной. Вслед-

Рис. 2. Структура пепловой тучи вулкана Толбачик (по О.П. Руленко и П.И. Токареву):

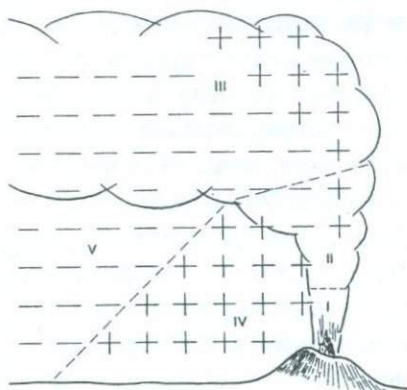
I. Область ламинарного течения пепло-газовых струй.

II. Область разрушения ламинарного течения.

III. Область преимущественно горизонтального движения пепло-газовой тучи.

IV. Область выпадения из тучи крупной фракции вулканического материала.

V. Область выпадения мелкой фракции. Значками «плюс» и «минус» показано распределение электрических зарядов.



ствии большой динамичности процессов распределение зарядов в облаке непрерывно менялось, а вместе с тем происходили столь же быстрые изменения электрического поля, которые отмечались регистрирующей аппаратурой. Электрическая структура области 1, по-видимому, имела мозаичный характер, т.е. представляла собой совокупность положительно и отрицательно заряженных объемов. В верхней части этой области происходило интенсивное разделение зарядов, которое сопровождалось образованием сильных электрических полей, приводивших к возникновению разрядов. На рис. 3 показаны молнии и проекции некоторых молний в шлако-пепло-газовой туче вулкана Толбачик в период с 12 по 15 июля 1975 г. О.П. Руленко и П. И. Токарев среднюю энергию одного разряда оценивают в 10^{14} эрг. Суммарная энергия всех разрядов, по их наблюдениям, доходила до 10^{17} эрг. в сутки. Ими оценена также электрическая мощность токов проводимости в эруптивной туче, которая составляла около 2×10^{20} эрг. в сутки, т.е. порядка 0,1 % от тепловой мощности извержения. Хотя общее число и интенсивность электрических разрядов в шлако-пепло-газовом столбе вулкана Толбачик были меньше, чем при извержении вулкана Тятя, они, несомненно, должны были играть важную роль в происходящих в пепло-газовой туче физических и химических процессах.

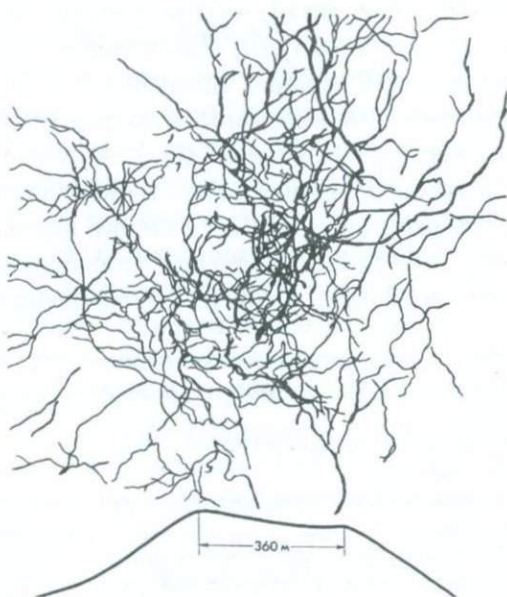


Рис. 3. Проекция некоторых молний на вертикальную плоскость (вулкан Толбачик, 12–15 июля 1975 г.). Зарисовка О. П. Руленко с фотографий.

Вывод: во время извержений вулканов Тятя и Толбачик мощные электрические разряды в пепло-газовых тучах могли способствовать образованию сложных органических соединений из смеси простых газов.

Температуры и температурные градиенты

Образование пепло-газового вулканического столба начинается со взрыва, т.е. с разрыва на пепловые частицы силикатного расплава-магмы высвобождающимися из него магматическими газами. Поэтому в момент рождения, в основании пепло-газового столба, пепловые частицы имеют ту температуру, которую имела магма перед взрывом. Температура извергающихся магм измерялась неоднократно. Во время извержения вулкана Тятя температура основания пепло-газового столба была оценена оптическими методами приблизительно в $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$. Измерения температуры магмы во время извержения вулкана Толбачик, производившиеся в связи с отбором газовых проб непосредственно из жидкой лавы, показали температуры до $1150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Как было отмечено выше, перед взрывом в магме образуется большое число газовых пузырьков, которые, увеличиваясь, достигают состояния «плотной упаковки шаров». Взрыв в первом приближении представляет собой адиабатическое расширение газа от объема, который он занимает в магме в состоянии «плотной упаковки шаров», до объема, который он займет при атмосферном давлении. При этом, очевидно, температуры газа и пепла быстро падают от температуры магмы (около $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$) до нескольких десятков градусов. Однако этот температурный режим пепловых туч постоянно нарушается в зонах электрических пробоев, где в каналах молний в течение приблизительно 10^{-4} C развивается температура $10^4 - 3 \times 10^4\text{ }^{\circ}\text{C}$, которая к концу разряда падает до температуры окружающей среды.

Вывод: начальные температуры пепло-газовой смеси, извергавшейся вулканами Тятя и Толбачик, были близки к температурам ($\sim 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$), использовавшимся Харадой и Фоксом в

опытах по абиогенному синтезу аминокислот. Это обстоятельство, а также резкие перепады температур в пепло-газовых тучах и в каналах молний позволяют сделать заключение, что температурный режим туч весьма благоприятен для протекания в них реакций синтеза сложных органических соединений из простых газов.

Минеральные катализаторы

Газ в пепло-газовых тучах занимает подавляющую часть их объема и в то же время лишь первые проценты от веса ювенильного пепла. Частицы ювенильного пепла часто очень мелкие. Большую часть пепла вулкана Тятя составляют частицы, распространившиеся далеко от вулкана и покрывшие площадь более 20 тыс. км². В среднем их поперечник не превышает 0,1 мм. Даже в пробах шлака и пепла, взятых в непосредственной близости от вулкана (10–15 км), мелкие фракции составляют значительный процент. Хотя пирокластический материал описанного выше извержения Толбачика грубее, тем не менее суммарная поверхность пеплов как вулкана Тятя, так и вулкана Толбачик колоссальна и измеряется миллионами квадратных километров. Очень вероятно, что эта колоссальная поверхность являлась той ареной, на которой в пепло-газовых тучах происходили специфические химические реакции.

Вывод: пепло-газовые тучи вулканов Тятя и Толбачик были насыщены мелкими силикатными частицами, которые могли играть роль катализаторов реакций между простыми газовыми компонентами, содержащими H, C, N, O и способствовать образованию из них сложных органических соединений. Реакции могли происходить на поверхности пепловых частиц, общая площадь которых исчисляется многими миллионами квадратных километров и которые могли служить центрами конденсации вулканических паров.

Градиенты давлений

Расчеты показали, что давление в магме перед взрывом составляет первые сотни атмосфер (Мархинин, 1962). Таким образом, перепад давлений между основанием пепло-газового столба и его вершиной, где давление практически равно атмосферному, очень велик. Этот перепад давлений обуславливает большие, измеряемые сотнями метров в секунду, скорости выноса пепловых частиц из зоны с магматическими температурами в зону с температурами окружающей среды и, следовательно, их быстрое охлаждение. По наблюдениям на Толбачике, скорости пепло-газовой струи колебались в пределах 100–260 м/с (Ковалев, 1977).

Стремительный вынос пепловых частиц вместе с продуктами реакций, происшедших на их поверхности, из области высоких температур в область «нормальных» воздушных температур мог обеспечивать сохранность сложных органических соединений, образовавшихся в пепло-газовой туче.

Подводя итог изложенному, мы должны подчеркнуть, что вулканические пепло-газовые столбы являются по существу многокилометровыми природными химическими реакторами пульсирующего действия с флюидизированным катализатором, широким диапазоном температур, давлений, электрических разрядов, ударных волн, излучений и быстрым выводом продуктов реакций из реакционной сферы, обеспечивающим их сохранение (рис.4).

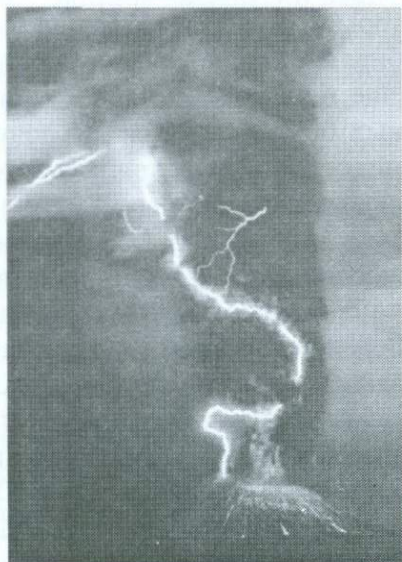


Рис. 4. Шлако-пепло-газовый столб — природный химический реактор. Извержение вулкана Толбачик, 1975 г.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ ВАЖНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ЮВЕНИЛЬНЫХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПРОДУКТАХ

Условия отбора и хранения образцов

Во время извержения вулкана Тятя в 1973 г., а позднее в 1975–1976 гг., в течение извержения вулкана Толбачик автором вместе с Ю.А. Аникиевым, В.М. Гранником, Г.С. Шутовой, А.А. Овсянниковым, В.Н. Андреевым, В.А. Будниковым, А.И. Цюрупой и др. было отобрано несколько сотен проб ювенильных вулканических пеплов, шлаков и бомб. Условия отбора и степень стерильности проб были разными. Лучшие пробы пепла и шлака отбирались в простерилизованные эмалированные ведра непосредственно у подножия извергающихся конусов во время интенсивных пеплопадов, пересыпались в простерилизованные стеклянные трехлитровые банки, которые тут же закатывались. Мелкие шлаковые бомбочки отбирались аналогичным образом или горячими с поверхности еще теплого ювенильного шлака. Образцы от плотных крупных бомб были взяты в зонах вулканических бомбежек от медленно остывающих в воронках, выбитых в ювенильном шлаке, раскаленных, желто-красных при дневном свете обрывков лавы. В целях безопасности один из сотрудников наблюдал «за воздухом», в то время как автор сам или с кем-либо из помощников отбивал раскаленные кусочки и переносил их двумя железными молотками в простерилизованные стеклянные банки, которые, будучи наполненными, также закатывались. Образцы хранились в таких банках. Для анализа на углеводороды отбирались также пробы из истоков жидких базальтовых речек Южного прорыва Толбачинского извержения. Температура лавы в истоках превышала 1050 °С. Вязкие, как «тянучки», образцы отрывались от текущей лавы длинной железной палкой.

Микробиологические исследования проб на стерильность

Параллельно передаче проб для анализов на органические соединения проводились микробиологические исследования образцов на стерильность. Особенно тщательно исследовались пеплы, для которых возможность загрязнения микроорганизмами была выше, чем для других проб. Анализы проводились микробиологом, старшим научным сотрудником Т.И. Кузякиной в лаборатории геомикробиологии Хабаровского комплексного научно-исследовательского института при участии доктора биологических наук А.А. Тен Хак Муна.

Микробиологические анализы пеплов проводились методом посева пепловой суспензии или комочков на различные плотные питательные среды – мясо-пептонный агар (МПА), сусло-агар, среда Чапека, нитритный агар, МПА+сусло-агар, субстратный агар с пеплом, картофельный агар – и прямыми наблюдениями через оптические, люминесцентные и электронные микроскопы. Качественный и количественный состав микрофлоры воздуха определялся, по В.Л. Омелянскому, путем экспозиции чашек Петри с МПА в течение 1 ч. – повторность трех- или пятикратная с последующим пересчетом количества микроорганизмов на 1 м^3 . Инкубация микроорганизмов проводилась при температуре 27 и 60 °С.

В анализируемых пеплах ни методом посева почвенных комочков, ни методами прямых микроскопических наблюдений не удалось обнаружить микроорганизмы; иначе говоря, исследованные свежесвыпавшие пеплы оказались стерильными.

Основные результаты анализов вулканических продуктов на содержание в них биологически важных молекул

Как уже отмечалось выше, при систематическом анализе отобранных проб вулканических продуктов на органические вещества, в них помимо углеводов и гетероатомных со-

единений было обнаружено также содержание биологически важных молекул.

Изучение ювенильных пеплов, шлаков и бомб на содержание в них биологически важных веществ осуществлялось в нескольких лабораториях с использованием современных аналитических методов. Методики анализов подробно описаны Н.Е. Подклетновым. В пепле вулкана Тятя обнаружено семь свободных аминокислот: аспарагиновая кислота, серин, глицин, аланин, изолейцин и лейцин. В пепле вулкана Толбачик четыре: треонин, серин, глицин и аланин. Остальные аминокислоты обнаружились после гидролиза, т.е. они находились в связанном состоянии.

Интересно, что нахождение аминокислот в связанной форме характерно и для метеоритов. В продуктах опытов по абиогенному синтезу аминокислот относительно много глицина и аланина. То же мы видим и в вулканических продуктах. Следует отметить, что в вулканических пеплах в общем обнаружены те же аминокислоты, что и в продуктах синтеза из смеси простых газов в экспериментах Харады и Фокса, проводившихся при температурах 900–1100 °С с использованием силикатных пород в качестве катализатора.

Обнаруженные в пепле вулкана Тятя аминокислота находятся в связанной форме. По данным исследований на аминокатализаторе их количество составило для глюкозамина 72 наноля, а для галактозамина 35 наномолей в 250 г пепла.

Порфирины в пеплах вулкана Тятя присутствуют в виде металлокомплексов, комплексов с аминокислотами и свободных оснований. Их суммарное содержание определено в $5 \times 10^{-8} \%$. В бомбе вулкана Толбачик порфирины обнаружены в комплексе с металлами. Для осадочных пород и почв характерно содержание дигидропорфиринов (хлоринов). В вулканических пеплах они не обнаружены. Это является косвенным свидетельством в пользу абиогенности органического вещества пеплов.

Нуклеотидный материал присутствует в пепле вулканов Тятя и Толбачик в относительно большом количестве

0,5–1 мг/кг пепла. В нем идентифицированы урацил, тимин и гуанин.

Общее количество биологически важных соединений в пепле вулкана Тятя, извергнутом в 1973 г., определяется приблизительно в 200 т. В том числе: аминокислот 16 т, порфиринов 8 т, пиримидинов 150 т. Рассчитанное количество аминокислот в пепле вулкана Толбачик, извергнутом в 1975–1976 гг., близко к 100 т.

Анализ возможных источников контаминации пеплами органических соединений

Хотя, как было отмечено, микробиологическое изучение образцов, передаваемых на исследования, показало их полную стерильность, был проведен анализ возможных источников контаминации вулканическими пеплами биогенных органических соединений и прежде всего количественный учет микроорганизмов в воздухе над вулканами. Эта работа осуществлена микробиологами А.А. ТенХак Муном и Т.И. Кузьякиной. Определение количества микроорганизмов в воздухе над вулканом Тятя показало, что оно зависит от места экспозиции. На восточном склоне в двух метрах от вершины конуса Отважный вулкана Тятя при сильном восточном ветре обнаруживалось 756 микробных клеток в 1 м³. На вершине конуса с подветренной стороны в воздухе их было несколько меньше, а у горячего шлака их число падало до 237 микробных клеток на 1 м³.

Колебания содержания микроорганизмов в воздухе обусловлены многими факторами, в частности, силой и направлением ветра, прогреваемостью поверхности и т.п. Следует, однако, заметить, что упомянутое колебание численности микроорганизмов незначительно и составляет всего 600 клеток. Качественный состав микрофлоры воздуха весьма однообразен, при этом доминируют спорообразующие бактерии.

По расчетным данным объем биомассы микроорганизмов, содержащихся в 1 м³ воздуха над зоной извержения вулкана,

равняется 2033 мм^3 . Объем воздуха в зоне основного пеплопада был близок к $552 \times 10^9 \text{ м}^3$. Объем микроорганизмов в этом количестве воздуха составляет около $132\,300 \text{ мм}^3$. Основываясь на этих данных при дальнейшем расчете количества органических соединений, содержащихся в сухой микробной массе, установлено, что общая масса белков или углерода микробного происхождения в пепле не превышает 10 кг.

В то же время, как показывает расчет, базирующийся на результатах аналитического определения аминокислот в ювенильном пепле вулкана Тятя (не говоря о других углеродистых соединениях в пепле, количество которых еще значительно выше), общее количество их за время извержения вулкана Тятя составляет 40 000 кг, т.е. величину, в 4000 раз большую. Это обстоятельство косвенно свидетельствует об абиогенном образовании этих аминокислот. Эти результаты, свидетельствующие о незначительной зараженности атмосферы в районе вулканов, подтверждаются и химическим анализом воздуха.

Н.Е. Подклетновым в 1974 и 1975 гг. проводилось определение содержания аминокислот в атмосфере в районе вулканов Тятя и Ключевской. Определение проводилось путем просасывания воздуха через склянку Дрекселя с бидистиллированной водой и последующего определения аминокислот по методу хроматографии на бумаге. При этом были обнаружены только следы двух неидентифицированных аминокислот в нижней части восходящей хроматограммы.

Что касается возможности загрязнения пепла почвенными органическими веществами, то следует отметить, что материал, заполнявший жерла вулканов Тятя и Толбачик, был выброшен в начальный период извержения. В процессе извержения он был погребен под слоем свежих, ювенильных пеплов, т.е. практически изолирован. Присутствие аминокислот в пепле нельзя объяснить и захватом органических веществ из почвенного слоя, прилегающего к зоне взрыва. В

случае такого захвата в пепле оказались бы живые или мертвые клетки, или остатки организмов, которые были бы обнаружены при микробиологическом анализе, в особенности при люминисцентной микроскопии. Толбачинская лава при своем подъеме из очага к поверхности практически не ассимилировала боковых пород, так что они также не могли быть источником контаминации магмы биологически важными органическими соединениями.

Некоторые критерии абиогенности обнаруженных в ювенильных вулканических продуктах органических молекул

Приведем еще раз имеющиеся у нас аргументы в пользу абиогенности биологически важных органических соединений, описанных в предыдущих разделах. Вопрос об абиогенности — это в конечном счете самый главный вопрос.

Итак, в пользу абиогенности или, точнее, вулканогенности открытых сложных органических соединений говорит следующее.

1. Пробы вулканических продуктов отбирались стерильно, с соблюдением всех необходимых предосторожностей.

2. Микробиологический анализ проб подтвердил их стерильность, отсутствие в них живых или мертвых микробов и вообще каких-бы то ни было биологических структур.

3. Эксперименты и расчеты показали, что сорбция вулканическими продуктами органических веществ из атмосферы пренебрежимо мала.

4. Некоторые из обнаруженных соединений имеют прямые признаки абиогенности. Так, обнаруженные порфирины обладают спектром флюоресценции, характерным для абиогенных порфиринов.

5. Обнаружение металлопорфиринов в породах вулканической бомбы вулкана Толбачик в количестве приблизительно до 10^{-8} % однозначно свидетельствует об их абиогенности.

6. Относительно высокое содержание среди обнаруженных аминокислот глицина и аланина, характерное для абиогенных синтезов, свидетельствует в пользу образования аминокислот в вулканическом процессе.

7. Преобладание в вулканическом пепле аминокислот, находящихся в химически связанной форме, соответствует составу метеоритных аминокислот.

8. Одной из характеристик, позволяющих судить о биогенном или абиогенном происхождении органического вещества, является изотопный состав углерода, входящего в состав этого вещества. Во МГРИ О.И. Кропотовой и В.А. Бобровым было проведено масс-спектрометрическое определение изотопного состава углерода, содержащегося в 20 фракциях вулканического органического вещества. Изотопная характеристика углерода $\delta^{13}\text{C}$ для экстрактов выделенных из пепла и бомб шести исследованных вулканов, находится в пределах от $-2,44$ до $-3,04$. То обстоятельство, что значения $\delta^{13}\text{C}$ для экстрактов заведомо абиогенного органического вещества, полученного из вулканических бомб, практически совпадают со значениями $\delta^{13}\text{C}$ для экстрактов органического вещества из пеплов, свидетельствует в пользу абиогенности органического вещества, экстрагированного из вулканических пеплов. Таким образом, аргументов в пользу абиогенности найденных соединений много (приведенные ниже данные по сопоставлению результатов модельных экспериментов с результатами исследования органического вещества вулканических продуктов также говорят об его абиогенности).

4. РОЛЬ ВУЛКАНИЗМА В ВОЗНИКНОВЕНИИ ЖИЗНИ

Сопоставление результатов модельных экспериментов с результатами поисков органических соединений в продуктах вулканических извержений

Интересно сопоставить теперь в целом результаты абиогенных синтезов сложных органических, предбиологических соединений в модельных экспериментах и результаты поисков сложных органических соединений в продуктах вулканических извержений, итоги которых отражены выше.

В абиогенных синтезах с газовой и жидкой фазами с использованием электрических разрядов, излучений, высоких температур и минеральных катализаторов получены:

аминокислоты свободные и связанные;
основания нуклеиновых кислот;
углеводы;
порфирины;
сложные, в том числе циклические, углеводороды;
другие сложные органические соединения

Во время вулканических извержений в условиях пеплово-газовых столбов (сложная смесь газов, конденсата пара, электрические разряды, высокие температуры, минеральные катализаторы, излучения) синтезированы:

аминокислоты свободные и связанные;
основания нуклеиновых кислот;
углеводы;
порфирины;
сложные, в том числе циклические, углеводороды;
другие сложные органические соединения

Выше мы уже говорили о том, что пытаюсь воспроизвести гипотетические условия добиологической атмосферы Земли, экспериментаторы в опытах по абиогенному синтезу биологически важных молекул по существу непреднамеренно воспроизводили те или другие компоненты условий пеплово-газовых вулканических столбов. (И это, конечно, важнее, поскольку здесь мы имеем дело с реально существующим гло-

бальным крупномасштабным явлением, чрезвычайно важным в истории Земли и других планет). Неудивительно поэтому широкие совпадения результатов поисков сложных органических соединений в продуктах вулканических извержений с результатами абиогенных синтезов в модельных экспериментах. Мы не знаем конкретного состава добиологической атмосферы (на этот счет можно строить только предположения), но он для проблемы происхождения жизни не имеет такого уж принципиального значения. Значение имеет тот факт, что процессы вулканизма добиологической эпохи Земли и настоящего времени аналогичны. Это значит, что можно пользоваться методом актуализма для того, чтобы судить, как образовались на поверхности Земли сложные органические молекулы, эволюция которых со временем привела к возникновению жизни. И можно утверждать, что так же как в настоящее время, в добиологическую эпоху Земли мощными химическими реакторами, в которых происходило образование биологически важных молекул, были вулканические извержения, в первую очередь пеплово-газовые вулканические столбы.

Сопоставление масштабов вулканического синтеза биологически важных органических соединений с другими природными абиогенными синтезами

В течение геологической истории Земли через трубы-жерла вулканов струями вулканических газов была «выдута» из недр планеты масса раскаленного силикатного вещества, сопоставимая с массой земной коры.

Ежегодно в пеплово-газовых колоннах синтезировалось порядка 10^6 т вулканогенного органического вещества. В течение геологической истории Земли его должно было быть синтезировано порядка 10^{15} – 10^{16} т.

Для проблемы происхождения жизни имеет значение именно этот вулканогенный абиогенный синтез «молекул жизни» на планетах, и в первую очередь, естественно, на Зем-

ле, а не другие пути синтеза органических соединений во Вселенной.

Как мы отмечали выше, пути образования органических соединений во Вселенной разнообразны; сложна, вероятно, и их эволюция. Однако, как считает А.И. Опарин, «вряд ли эта эволюция могла приводить к возникновению жизни. Обязательным условием для этого являлось образование планетных систем» (8).

«Даже если Земля в процессе своего образования получила некоторое количество биологически важных органических молекул из космоса, то что должно было произойти с этими в полном смысле слова «ювенильными» космическими высокомолекулярными органическими веществами при последующей эволюции земных недр?» — задает вопрос А.И. Опарин. И отвечает: «Значительная их часть должна была подвергнуться тепловому распаду (пиролизу) в результате местного или общего разогревания» (8).

Как было показано в предыдущих разделах, внешние оболочки Земли — кора, гидросфера и атмосфера — образовались за счет выноса вулканами из глубин Земли материала, который до извержения представлял собой силикатный насыщенный газами расплав — магму. В этом расплаве не могли сохраниться, не могли не подвергнуться пиролизу «космические» биологически важные органические соединения, если таковые были в недрах Земли. С другой стороны, количество метеоритного вещества, которое поступило на поверхность Земли из космоса в течение геологической истории, на несколько порядков меньше количества материала, извергнутого за это же время вулканами. В то же время в вулканических продуктах (силикатные вещества + летучие компоненты) среднее содержание углерода и его соединений не меньше, чем в метеоритах. Отсюда естественен вывод: хотя пути возникновения органических соединений во Вселенной разнообразны, на Земле именно вулкано-генный их синтез мог положить начало химической эволюции, приведший к возникновению жизни.

Вулканогенные биологически важные органические соединения могут быть обнаружены и на других планетных телах – вулканизм явление космическое.

5. ВУЛКАНЫ КАК ИСТОЧНИК ЖИЗНЕННО ВАЖНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Главные элементы жизни — это шесть элементов, из которых слагаются живые клетки: H, C, N, O, P, S. Говоря об образовании сложных органических соединений в вулканическом процессе, мы уже подробно рассматривали первые четыре. В составе вулканических летучих их роль столь же велика, как и в составе живого вещества. Чрезвычайно велика в живых клетках роль фосфора. Это – элемент нуклеиновых кислот. Но фосфор является в то же время важной составной частью вулканических продуктов. Только при извержении вулкана Толбачик в 1975–1976 гг. на поверхность Земли поступило порядка 10^7 т фосфорного ангидрита.

Сера в живых организмах наряду с углеродом, водородом, азотом и кислородом является обязательной составной частью всех белков. В биологических продуктах активную роль играют сульфогидрильные (-SH) и дисульфидные (-S-S) группы. Сера среди вулканических летучих – один из важнейших элементов. Она присутствует в них иногда в самородной форме, но чаще в составе сероводорода или сернистых газов.

Только при извержении вулкана Толбачик в 1975–1976 гг. на поверхность Земли поступило более 7×10^4 соединений серы.

Из комбинаций перечисленных шести элементов состоят важнейшие вещества – белки и нуклеиновые кислоты, без которых немыслима жизнь, во всяком случае, в ее земном варианте. Выше мы показали не только то, что вулканы являются источниками этих главных элементов жизни, но и то, что при вулканических извержениях создаются условия для образования предшественников белков и нуклеиновых кислот и

что эти сложные органические соединения действительно возникают при вулканических извержениях. Однако живые организмы помимо этих главных элементов жизни имеют в своем составе еще несколько десятков элементов, без которых они либо не могут существовать, либо их жизнедеятельность сильно подавляется.

Вулканические летучие → морская вода → кровь

В современных живых организмах содержится большой набор химических элементов. Мы остановимся на значении некоторых из них. Начнем с наиболее яркого примера – с состава крови. Основными неорганическими компонентами крови являются вода и хлористый натрий. Хлор и натрий – главные ионы в водном растворе солей, представляющем неорганическую основу крови. Помимо этих ионов в состав крови входят в существенных количествах ионы Mg, Ca, K. Обращает на себя внимание соотношение неорганических компонентов в крови, напоминающее их соотношение в морской воде. Отсюда естественно предположение, что кровь в какой-то степени представляет собой производную морской воды. Мы уже показали, что морская вода – продукт эволюции вулканических летучих, что ее солевой состав формировался за счет выноса катионов и анионов из вулканических пеплов и привноса фумаролами и сольфатарами. Следовательно, мы можем констатировать следующую эволюцию вулканических летучих:

вулканические летучие → морская вода → кровь.

Как мы отмечали выше, только при извержении вулкана Толбачик в 1975–1976 гг. в составе вулканических летучих в биосферу поступило более $5,5 \times 10^7$ т основных минеральных компонентов крови, а именно: воды 54×10^6 т, хлора $1,3 \times 10^6$ т, натрия $4,1 \times 10^3$ т, калия 139 т, кальция 3672 т, магния 988 т. Во время только одного этого извержения в количествах, измеряемых тысячами тонн, поступили в виде ионов в биосферу такие жизненно важные «микроэлементы», как железо, медь, цинк.

Железо играет важную роль в живых организмах, являясь составной частью гемоглобина крови (при извержении вулкана Толбачик его было вынесено в виде ионов более 2000 т). Интересно, что образование гемоглобина, выполняющего в организме роль переносчика кислорода, протекает при обязательном участии меди. Поэтому недостаток меди в организме грозит анемией. Как выяснилось, медь содержится во всех органах животных и выполняет жизненно важные функции. Известны белковые соединения меди. Некоторые морские животные способны накапливать медь в своих организмах в количествах, в тысячу раз превышающих ее концентрацию в морской воде. Содержание меди в растениях – около 1 мг на 1 кг сырого вещества. Применение медных удобрений благотворно отражается на урожаях ряда сельскохозяйственных культур, в частности картофеля. Иногда клубни картофеля перед посадкой смачивают в слабом растворе сульфата меди (11). При извержении вулкана Толбачик с вулканическими парами в биосферу поступило более 5000 т меди.

Соли цинка также используют в качестве удобрений. Недостаток их в почвах ведет к болезням растений. Тен Хак Мун пишет о почвах на Сахалине: «Большой интерес представляет тот факт, что из числа анализированных почв цинк обнаружен только в почвах, способствующих интенсивному росту растений. По данным М.Я. Школьника и В.Н. Давыдовой, цинк ускоряет биосинтез белка и нуклеиновых кислот, способствует образованию витаминов В₁, В₆» (11).

В организмах животных цинк входит в состав гормона инсулина, регулирующего уровень сахара в крови. Кроме того он усиливает действие гормонов гипофиза. При извержении вулкана Толбачик с вулканическими парами в биосферу поступило более 10 000 т цинка.

Можно было бы продолжить список жизненно важных элементов, указывая на их роль в живых организмах и приводя параллельно цифры выноса их в биосферу при вулкани-

ческих извержениях. Конечно, заслуживают внимания еще, например, марганец, кобальт, йод, молибден, фтор и другие элементы. Но мы стремились только показать, что вулканы являются источниками по существу всех жизненно важных химических элементов и что эти элементы поставляются вулканами в биосферу часто в формах, практически готовых к усвоению не только низшими, но и высшими живыми организмами. Отсюда понятно, почему вулканические пеплы, содержащие значительные количества легко растворимых в воде солей, нередко выполняют роль удобрений.

Вулканические пеплы как удобрения

Р. В. Ван Беммелен писал, что хотя обычно извержения вулканов несут за собой смерть и разрушения, их можно рассматривать как одно из наиболее благодатных для населения Индонезии явлений.

Сильные дожди вместе с интенсивным тропическим выветриванием в довольно короткий срок приводят к образованию бедных выщелоченных почв (латеритов); вулканические же извержения время от времени восстанавливают состав почвы. Значение активного вулканизма для почв тропических поясов Индонезии подчеркивалось Мором. Обильные дожди являются причиной непрерывно увеличивающегося истощения почвы. Только вулканическая деятельность приводит к регенерации почв, которая ведет к радикальному их улучшению. Без действующих вулканов страна пришла бы в упадок.

Естественно поэтому, отмечал далее Мор, что обширные невулканические области Индонезии обладают очень малой плотностью населения. Даже когда они покрыты густыми девственными лесами, их плодородность резко уменьшается при вырубке леса для сельскохозяйственных нужд. Наоборот, вулканические почвы Явы могут давать по два урожая риса в год. Поэтому различие между средней плотностью населения Калимантана и Новой Гвинеи, с одной стороны, и Явы, Су-

матры и некоторых из Филиппинских островов — с другой, в значительной степени определяется отсутствием или наличием активного вулканизма. Мор приходит к заключению, что плотность населения в Индонезии зависит от природы почв, а эта последняя, в свою очередь, определяется наличием действующих вулканов.

А. А. Соколов, изучая влияние вулканизма на почвы Камчатки, пришел к заключению, что вулканические извержения обычно сопровождаются вспышкой урожайности как естественной, так и культурной растительности. Такое действие свежих пеплов наблюдается только в течение одного вегетационного периода. Изучение свежих пеплов показало, что на их поверхности сорбируется большое количество подвижных фосфатов и реже калия, которые и вызывают эту вспышку урожайности. Затем питательные вещества быстро вымываются или переходят в неусвояемые формы.

После извержения вулкана Безымянного в 1956 г. в пос. Ключи и в других местах, где выпал пепел, резко возросли урожаи овощей. Сделанные И. И. Товаровой расчеты показывают, что в пеплах, выброшенных вулканом Безымянный, только за один день 30 марта 1956 г. содержалось в виде легко растворимых солей 450 тыс. т азота, 80 тыс. т калия, 36 тыс. т магния, 35 тыс. т кальция.

Поставляемые в биосферу вулканами в составе летучих жизненно важные химические элементы могут усваиваться живыми организмами либо из атмосферы, либо из рек и континентальных водоемов, либо из морской воды, либо из грунта (почвы). Почвы представляют собой продукт жизнедеятельности тех или иных организмов на том или ином грунте, в условиях того или иного климата. Эволюция почв на Земле является, таким образом, функцией трех указанных переменных. Если исходить из такого определения почвы, то следует считать, что понятие «почва» несовместимо с добиологическим периодом жизни Земли. Возникновение и эволюция почв на-

чинаются с возникновения и эволюции первых живых организмов. Нам представляется правомочным предположение, что где бы ни возникли первые живые системы, в морской ли воде, в воде ли горячих озер или термальных источников, в пепловом ли субстрате, богатом органическими соединениями и минеральными солями, их возникновение скорее всего произошло в районах активного вулканизма. Отсюда они расселились по всей поверхности планеты. Первые живые системы были микроорганизмами. Их размеры, вероятно, в 10 000 раз превосходили размеры молекул аминокислот ($\sim 5 \times 10^{-8}$ см), но вряд ли превосходили размеры большинства современных живых клеток ($10^{-4} - 20 \times 10^{-4}$ см).

Итак:

1. Вулканы дали материал, из которого в течение геологической истории Земли сформировалась среда, благоприятная для выживания и эволюции биологических структур.

2. Вулканические извержения, и в первую очередь пеплово-газовые вулканические столбы, явились мощными природными химическими реакторами, в которых в большом масштабе образовывались сложные, биологически важные органические соединения — «молекулы жизни». Именно с образованием этих вулканогенных «молекул жизни» на Земле началась молекулярная эволюция по пути к преобразованию неживой материи в живую, приведшая впоследствии к возникновению жизни.

3. Вулканы явились первоисточниками жизненно важных химических компонентов, усвоение которых организмами питало жизненный процесс.

6. ПЯТЬ ШАГОВ, КОТОРЫЕ СДЕЛАЛА ПРИРОДА НА ПУТИ К ВОЗНИКНОВЕНИЮ ЖИЗНИ

Первый шаг — это образование относительно несложных, но биологически важных органических соединений. Синтез биологически важных органических соединений, таких, как аминокислоты, основания нуклеиновых кислот, порфирины, и многие другие происходит в грандиозных масштабах на Земле в вулканическом процессе из компонентов магматического газа. Обнаруживают такие соединения и в космосе. Но ведь и в космосе широко распространены вулканические явления. И вулканический синтез биологически важных органических соединений в космосе также, как и на Земле, очень вероятен.

Второй шаг — это усложнение, полимеризация возникших относительно простых биологически важных органических соединений и образование из них более сложных, близких к белкам, нуклеиновым кислотам и другой органике, лежащей в основе жизни. Очень вероятно, что эта полимеризация протекала на поверхности тех или иных минеральных веществ, служивших сорбентами необходимых соединений и ускорителями (катализаторами) протекавших реакций. Такими минеральными веществами могли быть, в частности, глины и цеолиты, образующиеся в окрестностях вулканов в горячих кратерных озерах, в руслах и на берегах термальных ручьев.

Третий шаг — образование обособленных комочков существенно органического вещества, отделенных от окружающей среды поверхностной пленкой (подобие мембран). Эти комочки, скорее всего микроскопического размера, вероятно, возникали в условиях горячих кратерных и кальдерных озер и могли в той или иной степени, так или иначе осуществлять обмен веществ с окружающей их средой — горячим раствором разнообразных веществ (в том числе органических).

Четвертый шаг — функционирование «комочков преджизни», совершенствование процессов их метаболизма в условиях горячих кратерных и кальдерных озер.

Пятый шаг. В результате взаимодействия нуклеиновых кислот и белков в «комочках преджизни» — возникновение в них генетического кода. Выработка механизма наследственности. Рождение первых одноклеточных живых организмов.

Теория возникновения жизни на Земле разработана академиком А. И. Опариным. Автором этой книги в развитии теории А. И. Опарина показана важнейшая роль вулканизма в ее возникновении.

Добиологический этап эволюции органических образований был, вероятно, очень длительным и насчитывал сотни миллионов лет. Сотни миллионов лет эволюционировали «комочки преджизни», или, как их назвал А. И. Опарин, пробионты. Уничтожались, погибали менее приспособленные к условиям существования в среде вулканических горячих озер, сохранялись, «выживали» более приспособленные. Происходил, как это принято называть, добиологический естественный отбор наиболее приспособленных пробионтов. До тех пор, пока он не привел к возникновению первых живых организмов. В дальнейшей эволюции опаринский добиологический естественный отбор сменился дарвиновским биологическим естественным отбором.

7. О НОВОЙ НАУКЕ — БИОВУЛКАНОЛОГИИ

Слово «биовулканология» на первый взгляд заключает в себе парадокс. Но это название имеет вполне точный смысл, так как оно объединяет проблемы, действительно стоящие на контакте биологии и вулканологии.

Можно наметить следующие основные задачи биовулканологии:

1. Изучение современного вулканизма как фактора изменения среды обитания живых организмов.
2. Изучение палеовулканизма как агента формирования биосферы и возникновения жизни (на основе метода актуализма).

3. Изучение процессов биохимической эволюции в районах активного вулканизма. При этом наиболее интересными на первом этапе представляются следующие задачи:

а) построение на строгой математической основе физической модели процессов, происходящих в пепло-газовых вулканических столбах;

б) изучение синтезированных в процессе извержений органических молекул и их генезиса;

в) исследование адсорбции абиогенно синтезированных соединений и формирование из них полимолекулярных структур на поверхности вулканических и поствулканических пород и минералов, рассматриваемых в качестве матриц;

г) изучение поверхностно-активных веществ водной среды (например, серной вулканической пены кратерных озер, гидратированного силикагеля и т.п.);

д) изучение дальнейшей химической эволюции абиогенно синтезированных соединений в водной среде, расположенной вблизи вулканов (озера вулканического происхождения, морская акватория).

4. Изучение жизнедеятельности микроорганизмов на активных вулканах и в гидротермах, проблема вулканы и живые организмы.

5. Исследование экологии областей активного вулканизма.

6. Изучение областей активного вулканизма как своеобразных медико-географических провинций.

7. Изучение возможного экзобиологического значения вулканических процессов.

Основы биовулканологии были изложены мной в монографии «Вулканы и жизнь» (Москва, «Мысль», 1980 г).

Наука эта в последние годы интенсивно развивается, в частности, рядом ученых, принимавших участие в Международных научных конференциях «Вулканизм, биосфера и экологические проблемы» (Туапсе, 1998; Туапсе, 2000; Туапсе, 2003; Туапсе, 2006 гг.).

Часть 3.

О САМОРАЗВИТИИ БИОСФЕРЫ

1. КОЛЫБЕЛЬ ЖИЗНИ — ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ В МИРОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Звезды, которые мы видим на небе, это звезды, принадлежащие нашей Галактике. Специалисты-астрономы считают, что в ней приблизительно сто миллиардов звезд. В темную ясную ночь те из них, которые к нам ближе, мы можем видеть без приборов. Таких звезд около 3200. Расстояние до ближайшей звезды, не считая Солнца*, 4,3 светового года. А световой год — это расстояние, которое проходит за один год свет, распространяясь со скоростью 300000 км/сек. Оно равно девяти с половиной триллионам километров. А диаметр нашей Галактики, то есть звездной системы, к которой принадлежит наше Солнце, оценивается в 150 000 световых лет! А сколько всего известно галактик? Как пишет крупнейший специалист в астрономии Дж. Хей, в принципе уже возможно сфотографировать свыше миллиарда галактик. До ближайшей из них — Туманности Андромеды — 2 миллиона световых лет. Туманность Андромеды и другие галактики содержат миллиарды звезд. До дальних галактик расстояние превышает миллиарды световых лет.

И тем не менее ни на одном космическом теле, кроме Земли, жизнь до сих пор не обнаружена. Не обнаружена — это еще не значит, что ее нет. И все же именно Земля, по мнению специалистов, обладает особенно благоприятными условиями для развития жизни.

С. И. Челпанов считает, что среди прочих планет Солнечной системы Земля по всем своим параметрам (расстояние от Солнца, период вращения вокруг центрального светила и собственного вращения, угол наклона оси к плоскости орбиты, масса и др.) является особой планетой, наилучшим образом приспособленной к зарождению и развитию жизни.

Отталкиваясь от этих фактов, он делает вывод, что наша Земля является не только уникальной, но и, возможно, единственной планетой в Галактике, где могла возникнуть биосфера (13).

* Расстояние до Солнца «всего лишь» 150 000 000 километров.

2. О ГИПОТЕЗЕ ПАНСПЕРМИИ

Есть гипотеза, которая называется гипотезой панспермии. Суть ее заключается в том, что спермии — семена жизни — могли быть занесены на Землю из космоса. Но, спрашивается, откуда же именно? Человечеству неизвестно ни одно космическое тело, где были бы столь же благоприятные условия для возникновения и развития жизни, как на Земле. Представляется более логичным развернуть гипотезу панспермии на 180 °С и предполагать, что Земля сама может быть или может стать источником жизни на других космических телах Вселенной.

3. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ ЖИЗНИ

Геологическая история делится на пять эр: Архейскую, Протерозойскую, Палеозойскую, Мезозойскую и Кайнозойскую.

Архейская эра. Название предложено геологом Дж. Дана в 1872 г. К породам архейской эры относят отложения, возраст которых более 2,5 миллиардов лет. Это сильно метаморфизованные и лишенные окаменелостей гнейсы, кварциты, кристаллические сланцы.

Останки древнейших организмов в архейских породах практически сохраняться не могли по двум причинам. Во-первых, они еще не имели скелетов ни внутренних, ни внешних (в виде раковин). Во-вторых, за миллиарды лет горные породы претерпели столь значительные преобразования, что даже их собственная первоначальная природа часто восстанавливается с трудом.

Протерозойская эра. Эра начала жизни выделена в 1887 г. Э. Эммонсом. Она в истории Земли охватывает период приблизительно от двух с половиной миллиардов лет тому назад до 0,5 миллиарда. В протерозойских слоях нередко встреча-

ют окаменевшие останки колоний цианобактерий — так называемые строматолиты и онколиты. В верхних горизонтах обильная и разнообразная фауна бесскелетных организмов (эдиакарская фауна).

Палеозойская эра. Эра древней жизни выделена в 1837 г. А. Седжвиком. Началась она 570 млн. лет и закончилась 230–220 млн. лет назад. Она подразделяется на шесть периодов: кембрийский, ордовикский, силурийский, девонский, каменноугольный (карбон) и пермский.

Жизнь на Земле в палеозойскую эру уже бурно развивается. Б. М. Келлер так характеризует органический мир палеозойской эры:

В самом начале палеозоя произошло внезапное появление и быстрое расселение форм с твердым скелетом, ранее не встречавшихся. К ним относятся гастроподы, брахиоподы и археоциаты — древнейшие рифостроящие организмы, вымершие к концу раннего кембрия. В нижнем палеозое широко распространены древнейшие членистоногие — трилобиты. Они составляли значительную часть органического мира кембрийских и ордовикских морей, менее многочисленны они были в ордовике и силуре и вымерли в конце Палеозойской эры. С самого начала кембрийского периода в значительном количестве появились настоящие моллюски. Большого разнообразия достигали плеченогие (брахиоподы). Вместе с брюхоногими (гастроподами) и двустворками (пелециподами) они жили на различных глубинах моря. В ордовике появились многочисленные одиночные и колониальные кораллы, мшанки, а также строматопороидеи.

К беспозвоночным Палеозойской эры, свободно плававшим на поверхности моря, относятся граптолиты, время существования которых в основном ограничено ордовиком и силуром, и головоногие моллюски из группы наутилоидов, особенно богато представленные в ордовике. В девонском периоде они отходят на второй план, но быстро развиваются гониятиты с более сложно построенной раковиной. Наконец, в верхнем па-

леозое широко распространились одноклеточные животные — фораминиферы, среди которых особенно важны фузулиниды, имевшие раковины необычайно сложного строения.

Из позвоночных в палеозойской эре появляются рыбы. В кембрии и ордовике распространены примитивные бесчелюстные, а в силурийском и особенно в девонском периоде широко представлены двоякодышащие и кистеперые рыбы. Из последних развились земноводные (амфибии) — первые животные, вышедшие на сушу в конце девона. Древние амфибии Палеозойской эры относятся к вымершей группе панцирноголовых (стегоцефалов). В каменноугольном и особенно в пермском периоде наряду с ними существовали травоядные и хищные пресмыкающиеся.

Так же быстро развивались и растения Палеозойской эры. В кембрии и ордовике они представлены главным образом водорослями. Вопрос о существовании высших наземных растений в это время остается открытым. В отложениях силура встречаются остатки спор, а в породах нижнего девона повсеместно имеются отпечатки примитивных низкорослых растений — псилофитов, по-видимому, населявших прибрежные районы. В среднем и верхнем девоне растительность становится значительно разнообразнее: распространены древовидные плауновые, первые членистостебельные (в том числе клинолисты), прапапоротники, прагимноспермы и первые голосеменные. В каменноугольном периоде происходит особенно значительный расцвет флоры, представленной хвощеподобными каламитами, древовидными плауновыми (лепидодендроны, сигиллярии и др.), различными папоротниками, папоротникообразными семенными (птеридоспермами) и голосеменными кордаитами, гинговыми, хвойными. Густая лесная растительность этого времени послужила материалом для образования многочисленных пластов каменного угля.

Мезозойская эра. Охватывает интервал времени примерно от 230 до 67 млн. лет назад. Длительность мезозойской

эры около 163 млн. лет. Мезозойская эра впервые была выделена в 1841 г. английским геологом Дж. Филлипсом. Подразделяется она на три периода: триасовый, юрский и меловой.

Мезозойская эра является временем формирования основных контуров современных материков и, вероятно, большинства впадин океанов. Она характеризуется растительностью, состоящей в основном из папоротников и голосеменных, а также фауной с преобладанием рептилий среди позвоночных. В то же время она является эрой возникновения покрытосеменных растений, млекопитающих и птиц.

В мезозойскую эру происходит обновление флоры и широкое развитие растительного покрова на больших площадях материков.

В триасе закончился век гигантских амфибий — стегоцефалов и уже к концу триаса преобладающую роль в фауне позвоночных получили рептилии. Гигантские рептилии достигли особенного развития в юрском и меловом периодах. Они приобрели значительное разнообразие и разделились на водных ящеров (плезиозавры и ихтиозавры), наземных ящеров — динозавров (игуанодонты, трахидонты, стегозавры и др.) и летающих ящеров (птерозавры). Особенно благоприятной средой для их развития были обширные тропические леса и озерно-болотные впадины, в которых они питались водяными растениями. В юре появились мелкие млекопитающие и первые зубастые птицы — археоптериксы.

В течение мезозойской эры значительно изменился также состав флоры и фауны морей. Палеозойские роды и виды полностью исчезли в начале триаса и заменились новыми. Получили развитие пластинчатожаберные и брюхоногие моллюски, а плеченогие, преобладающие в палеозое, отошли на второй план. Из головоногих достигли расцвета аммониты и белемниты, из иглокожих — морские ежи и морские лилии. Среди рыб развились и приобрели господствующее положение костистые рыбы. В конце мезозойской эры вымерли ги-

гантские морские рептилии (ихтиозавры), из беспозвоночных — аммониты, белемниты. (7).

Кайнозойская эра. Эра новой жизни. Название предложено английским геологом Дж. Филипсом в 1841 г. Общая длительность кайнозойской эры 60–70 млн. лет. Она подразделяется на периоды: палеогеновый (длительность 40–45 млн. лет), неогеновый (длительность 20–25 млн. лет) и антропогеновый (длительность до 3,5 млн. лет).

Е. В. Шанцер так характеризует органический мир кайнозойской эры:

К началу кайнозойской эры возникло не только большинство ныне существующих семейств покрытосеменных растений, но многие их роды, которые в дальнейшем, по мере изменения климата, формируют типичные сообщества, свойственные разным климатическим поясам. Начиная с середины палеогена появляются травянистые формации типа саванн и степей, с конца неогена — формация хвойных лесов таежного типа, а затем лесотундр и тундр. На рубеже мезозоя и кайнозоя вымирают господствующие в мезозое группы рептилий и их место в наземном животном мире занимают млекопитающие, составляющие вместе с птицами ядро фауны наземных позвоночных кайнозойской эры. На большей части материков господствующее положение приобрели высшие плацентарные млекопитающие, и только в Австралии, отделившейся от остальной суши еще до их массового появления, развивается своеобразная фауна сумчатых и отчасти однопроходных. В течение раннего палеогена млекопитающие представлены почти исключительно мелкими, слабо специализированными формами. С середины палеогена появляются почти все ныне существующие отряды, а также некоторые, впоследствии вымершие, своеобразные группы; разнообразие млекопитающих становится очень большим, и наступает их подлинный расцвет. В конце палеогена обитают как очень мелкие, так и крупные формы, по размерам иногда превышающие современных слонов. Особенно богата фауна млекопитающих

неогенового периода. Часть млекопитающих вторично переходит к обитанию в водной среде. Раньше всего это произошло с китообразными, возникшими, возможно, до начала кайнозойской эры.

Значительно позже, по-видимому, к концу палеогенового периода, выделился отряд ластоногих (моржи, тюлени), являющихся потомками наземных хищных млекопитающих. По крайней мере, с середины палеогена известен также отряд рукокрылых. Очень древним, существующим с самого начала кайнозойской эры отрядом являются приматы, длительная эволюция которых привела к появлению в неогеновом периоде высших человекообразных обезьян, а в начале антропогена — и первых примитивных людей.

4. МНОГООБРАЗИЕ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ, НАСЕЛЯЮЩИХ БИОСФЕРУ ЗЕМЛИ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ

Если мы все многообразие живого назовем системой живого (органического) мира, логично по сложности строения организмов выделить в ней четыре подсистемы:

1. Подсистему вирусов — бесклеточных организмов.
2. Подсистему бактерий — безъядерных организмов (прокариотов).
3. Подсистему протистов — одноклеточных ядерных организмов.
4. Подсистему многоклеточных (разноклеточных) организмов (многоклеточных эукариотов).

1. Подсистема вирусов — бесклеточных организмов — объединяет самые простые живые (?) создания, которые состоят в основном из молекулы нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК), заключенной в белковую капсулу. Среди вирусологов идут споры о том, можно ли называть их живыми или это только сложные химические органические соединения, какими, например, являются ферменты. Вирусы были открыты

в 1892 году русским ботаником Д. И. Ивановским. Это были вирусы табачной мозаики — распространенной болезни табака. Они проходили вместе с водой через самые тонкие фильтры, и поэтому получили название фильтрующиеся яды. (Вирус в переводе с латинского значит «яд»). Д. И. Ивановский, открывший фильтруемость вирусов, полагал, что имеет дело с мельчайшими живыми организмами. Размеры вирусов составляют от 20–30 нанометров (миллиардных долей метра) в диаметре до 300–400 нанометров и увидеть их можно, как правило, лишь с помощью электронного микроскопа. Вирусы проявляют «жизнедеятельность» только попав в клетку организма — хозяина. Здесь нуклеиновая кислота вируса высвобождается из белковой оболочки, и на ее «матрице» за счет генетического материала клетки хозяина «печатаются» новые вирионы (отдельные частицы вируса), а клетка организма погибает. Этот процесс часто называют «размножением» вируса, но это не настоящее размножение, а репродукция. При репродукции матричный синтез идет, но материальная преемственность между родителями и детьми полностью отсутствует. Вирусы таким образом, в отличие от всех остальных организмов, не размножаются, репродуцируются. Трудно применить к вирусам и такое понятие, как обмен веществ, метаболизм. С другой стороны, для вирусов вне клетки хозяина характерно кристаллическое состояние. Всегда ли вирусы яды? Вероятно, не всегда. Очень может быть, что есть вирусы безвредные, может быть, даже и полезные для организма хозяина. Но пока изучены в основном вирусы-«злодеи». По особенностям состава и строения вирусы делятся на типы, классы и порядки. Последние на семейства, роды, виды. Уже известно 17 семейств вирусов позвоночных животных, 7 беспозвоночных, 20 родов вирусов растений, 5 родов вирусов грибов, 10 семейств вирусов бактерий. Но, естественно, их систематика разработана еще слабо.

Что же собой представляют эти вещества — существа на грани живого и неживого? Нам представляется, что это опаринские пробионты, приспособившиеся к паразитическому образу «жизни» и прошедшие длительную эволюцию в течение миллиардов лет.

2. Подсистема бактерий — безъядерных организмов (прокариотов) — включает в себя множество бактерий в широком смысле этого слова. Это следующая после вирусов по сложности организации подсистема живого: организмы, охватываемые этой подсистемой, представляют собой уже клетки, но клетки, не имеющие ядра. Подсистема бактерий чрезвычайно разнообразна и играет в жизни биосферы исключительно большую роль. Среди бактерий следует особо отметить группу термофильных, то есть таких, жизнь и размножение которых возможны только при высоких температурах — от 50–70 °С и до 90–95 °С. Эти бактерии населяют вулканические горячие источники, ручьи, озера. Не исключено, что именно среди них есть потомки одних из наиболее древних живых организмов, некогда появившихся в кратерных озерах еще на добиологической Земле. Среди бактерий есть анаэробные, способные жить без кислорода. А известно, что на добиологической Земле кислорода либо не было вовсе, либо было мало. Среди них есть организмы, способные усваивать углерод из углекислого газа воздуха. Велика геологическая деятельность бактерий. Они способствуют выветриванию горных пород, участвуют в преобразовании и разрушении нефти, угля, торфа, месторождений серы и сульфидных руд, железа и марганца, в круговороте многих химических элементов в природе. Отдельную бактерию можно увидеть либо в электронный микроскоп, либо в обычный микроскоп, но при сильном увеличении. Они очень малы, но все же во много раз больше вирусов и задерживаются бактериальными фильтрами, через которые вирусы проходят. Бактерии размножаются путем деления пополам. Теоретически они бессмерт-

ны. Бактерии играют очень важную роль в жизни животных и человека. И положительную, и отрицательную. Среди бактерий много болезнетворных форм.

Подсистему прокариотов — безъядерных организмов, или бактерий в широком смысле этого слова — можно, по-видимому, разделить на несколько царств: царство собственно бактерий (эубактерий); царство актиномицетов (лучистых «грибков»); царство цианобактерий (или сине-зеленых «водорослей»). Любопытно, что иногда в горных породах с возрастом в 1–2 миллиарда лет находят окаменевшие массы цианобактерий — одной из простейших и древнейших форм жизни на Земле.

3. Подсистему протистов составляют простейшие одноклеточные ядерные организмы. По сравнению с бактериями (прокариотами) — безъядерными организмами — они представляют следующий шаг в усложнении живых организмов на Земле. В их клетке уже обособилось ядро, отделенное от цитоплазмы клетки двухмембранной оболочкой. Именно в ядрах клеток у протистов, как и у всех более высокоорганизованных организмов, сосредоточен генетический материал, и процесс их размножения сложнее, чем простое деление клетки пополам. Среди протистов есть организмы, усваивающие углерод из углекислого газа воздуха, то есть, как принято в науке говорить, питающиеся автотрофно. Такие организмы по способу питания тяготеют к растениям, которые автотрофы. Другие способны усваивать углерод для постройки собственного организма и для энергетических затрат лишь из «готовых» органических соединений. Эти организмы по способу питания называются гетеротрофами. В мире многоклеточных организмов гетеротрофы — грибы и животные. Но среди протистов много родственных форм, у которых питание и автотрофное, и гетеротрофное. Это говорит в пользу того, что многоклеточные организмы, как растительные, так и животные, берут свое начало среди протистов. Термин «протисты» был введен в 1866 году немецким биологом Э. Геккелем, ко-

торый выделил царство протистов наряду с двумя царствами многоклеточных организмов — растений и животных. Протисты (простейшие, одноклеточные эукариоты) делятся на несколько классов, в которых выделено уже несколько десятков тысяч видов, причем ежегодно открываются сотни новых видов. Протисты во взвешенном состоянии (планктон) населяют воды морей и океанов и живут в осадках на дне на самых разных глубинах (бентос). Живут они и в пресных водах, особенно в загрязненных. К протистам относятся такие известные микроорганизмы, как амёбы, инфузории, радиолярии, фораминиферы. Среди них много паразитов и много возбудителей опасных болезней. Окаменевшие скопления некоторых протистов (фораминифер, радиолярий) встречаются иногда в горных породах (в древних морских осадках) с возрастом в сотни миллионов лет.

4. Подсистема многоклеточных (разноклеточных) организмов (многоклеточных эукариотов) может быть подразделена на три царства — растений, грибов, животных: растения автотрофы (строят свой организм из углерода, усваиваемого из углекислого газа воздуха); животные — гетеротрофы (то есть могут усваивать углерод лишь из «готовых» органических соединений); грибы раньше включались в царство растений, включаются в него и до сих пор. Но по способу питания они гетеротрофы (питаются не как растения, а скорее как животные). Поэтому микологами (специалистами, изучающими грибы) грибы выделяются в самостоятельное царство грибов. Подсистему многоклеточных эукариотов (многоклеточных ядерных организмов), может быть, точнее было бы назвать подсистемой разноклеточных организмов. Разные группы клеток способны в этих организмах к специализации. Клетки в них не все одинаковые и осуществляют разные функции. Многообразие видов многоклеточных огромно.

Царство растений подразделяется на три типа: красные водоросли, настоящие водоросли и высшие растения. Общее число видов в них превышает 350 тысяч. Роль растений для

всей биосферы переоценить невозможно. Сама современная кислородная атмосфера Земли — результат жизнедеятельности растений. Без царства растений невозможно было бы существование ни царства грибов, ни царства животных.

Царство грибов возможно разделить на несколько типов, которые суммарно охватывают более 100 тысяч видов. Среди них много полезных. Например, дрожжевые, используемые в хлебопечении, пивоварении, винокурении. Или грибы, из которых вырабатывают антибиотики. Но есть и вредные для человека, вызывающие опасные болезни.

Царство животных делится на 22 типа. Каждый тип подразделяется в свою очередь на классы, классы на отряды, отряды на семейства, семейства на роды, роды на виды. В царстве животных насчитывается несколько миллионов видов (одних насекомых около миллиона видов). Человек — это один из миллионов видов животного царства.

5. ОБ ЭВОЛЮЦИОННОМ УЧЕНИИ, НАУКЕ «ЭКОЛОГИЯ» И ОСНОВНОМ БИОГЕНЕТИЧЕСКОМ ЗАКОНЕ ЭРНСТА ГЕККЕЛЯ

Из предыдущих разделов очевидно, что от протерозойской эры до настоящего времени жизнь на Земле прошла сложный эволюционный путь.

Надо сказать, что это понимали еще древнегреческие мыслители. Так, например, Эмпедокл, живший в V веке до нашей эры, утверждал: «Естественный отбор более жизнеспособных сочетаний вылился со временем в закономерную эволюцию живых существ».

На большом доказательном фактическом материале эволюционное учение в XIX веке было развито плеядой замечательных ученых-естествоиспытателей.

Чарльз Дарвин в 1859 г. опубликовал свой знаменитый труд «Происхождение видов путем естественного отбора, или Сохранение благоприятствующих пород в борьбе за жизнь».

Чрезвычайно важна была и его работа «Происхождение человека и половой отбор», опубликованная в 1871 г. В ней он доказал, что человек происходит от обезьяноподобного предка.

Эволюционное учение развивали в Англии А. Уоллес (он свой основной труд опубликовал в 1889 г. и назвал его «Дарвинизм»), Т. Гексли, Дж. Гукер; Э. Геккель, Ф. Мюллер, А. Вейсман в Германии; А. Грей в США; К. А. Тимирязев, М. А. Мензбир и др. в России.

Эрнст Геккель в эволюции организмов подчеркивал определяющую роль окружающей среды. В 1866 г. он предложил название «экология» для науки, изучающей влияние окружающей среды на организмы в процессе их эволюции.

Эрнст Геккель обратил внимание также на то обстоятельство, что в развитии особи (зародыша особи), то есть онтогенеза, отражается эволюция вида (филогенез) в течение геологической истории. Так, зародыш человека начинается с одноклеточного организма, проходит стадию червеобразного существа, затем рыбы и т.д. прежде чем родиться человеком. Это отражение филогенеза в онтогенезе Эрнст Геккель назвал основным законом биогенеза.

6. О СИЛАХ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА БИОСФЕРУ, И ЕЕ САМОРАЗВИТИЕ

Биосфера — внешняя оболочка планеты Земля — подвергается действию многих сил, которые и обуславливают ее саморазвитие.

Эти силы можно подразделить на три группы: 1. Космические, 2. Геологические, 3. Биогенные.

Космические — это силы взаимодействия между Солнечной системой и Галактикой; силы вращения Земли по орбите вокруг Солнца, силы вращения Земли вокруг своей оси и самое главное — солнечное излучение.

Геологические силы можно подразделить на эндогенные и экзогенные. Эндогенные — это силы внутреннего тепла Земли, магматизма и тектогенеза.

Экзогенные силы — это прежде всего силы гидросферных и атмосферных явлений.

Биогенные силы обусловлены появлением на Земле жизни и ее эволюции.

Если каждый живой организм подвергается действию внешней среды, то ведь и внешняя среда подвергается действию каждого живого организма. А их ведь многие и многие триллионы.

Все перечисленные силы вместе взятые и обуславливают саморазвитие биосферы.

Мы не можем не выделить еще одной силы — силы Мысли, которая по мере развития человечества приобретает все большее и большее значение.

7. О ТЕРМИНАХ «НООСФЕРА» И «ЭКОСФЕРА»

Термин «Ноосфера», то есть «сфера разума», для обозначения современной биосферы ввел в 1927 г. французский философ Э. Леруа. Этот термин был «подхвачен» и распропагандирован В. И. Вернадским. На мой взгляд, этот термин очень неудачен. Во-первых потому, что сфера человеческого разума не ограничивается лишь внешней оболочкой планеты Земля, и, во-вторых, имея ввиду, что у человечества с современной биосферой связана масса экологических проблем, и ее вряд ли можно считать разумной сферой.

Для современной биосферы, в которой человек постоянно сам себе создает экологические проблемы, мной был предложен термин «Экосфера».

8. ОТ АНТРОПОГЕНА К КИБОРГОГЕНУ?

В течение своей эволюции с момента возникновения жизни на Земле биосфера прошла четыре эры: протерозойскую, палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую. Мы сейчас находимся в антропогенном периоде кайнозойской эры.

Исторический момент, который сейчас переживает биосфера Земли в своем развитии, исключителен. Наступает вре-

мя перехода от чисто биологических организмов к существам, которые обычно называют киборгами. Приближение к этому времени ускоряется. Свидетельством этому являются ускоренное развитие информатики, генной инженерии, робототехники и глобальная компьютеризация.

Антропогенный период постепенно сменится периодом киборгогенным?

На протяжении тысяч лет человеческая фантазия создавала образы богов. В общем и целом — по образу и подобию человека. Но представляется очень вероятным, что миссия человечества в целом заключается в том, чтобы сотворить искусственный разум более мощный, чем человеческий. Носителями этого разума будут кибернетические устройства столь совершенные, что мы можем назвать их кибернетическими богами. В самом деле, им будут присущи следующие божественные черты:

1. Они будут практически бессмертны.
2. Они будут получать питание непосредственно от солнца, не нуждаясь ни в пище, ни в питье, ни в воздухе.
3. Их разум будет много могущественнее человеческого.
4. Их чувственное восприятие мира будет много совершеннее человеческого.
5. Их технические возможности будут фантастическими (то есть настолько большими, что сейчас у нас не хватит воображения, чтобы их себе представить).

В природе существует диалектический закон отрицания отрицания. Так, зерно дает начало растению, а само погибает. Растение как бы «отрицает» зерно, которое дало ему начало. Растение образует колос и дает жизнь новым зернам, а само перестает существовать. Новые зерна «отрицают» породившее их растение. И так повсюду в природе.

Обезьяна дала начало человеку. Как мы учили в школе, это был скачок в эволюции животного мира. Человечество даст начало киборгам. И это будет колоссальный скачок в разви-

тии разума от его примитивных форм к высшим. К вселенскому разуму, независимому от животного мира.

И через миллионы лет, когда на Земле уже не будет вида Homo Sapiens, этот Вселенский Разум будет функционировать как наследник разума человеческого. Конечно, если человечеству достанет ума выполнить свою высокую миссию. А для этого ему надо избежать катастрофических войн и революций и решить свои мировые социальные проблемы.

9. О ГЛАВНОЙ ОПАСНОСТИ, НАВИСШЕЙ НАД СОВРЕМЕННОЙ БИОСФЕРОЙ (ЭКОСФЕРОЙ) ЗЕМЛИ

Главная опасность для современной биосферы (экоферы) Земли исходит, увы, от человека. И эта опасность заключается в угрозе возникновения третьей мировой войны.

В течение многих веков истории человек придумывал все более совершенные средства самоуничтожения. И, наконец, создал атомные и водородные бомбы. Они представляют собой угрозу не только для всего человечества, но и для современной биосферы (экоферы) как таковой. Почему-то эта, казалось бы, очевидная истина не осознается в полной мере руководителями великих государств. Усовершенствуются системы уничтожения людей (и всего живого!), ведется глобальная торговля оружием, раздувается военный «патриотизм».

Было бы хорошо и правильно, если бы наша великая Россия взяла бы на себя инициативу и выступила бы перед Организацией объединенных наций с предложением созвать мировую конференцию с целью:

1. Поставить вопрос о постепенном всеобщем полном разоружении.
2. Категорическом запрещении торговли оружием.
3. О военном «патриотизме», как самой опасной разновидности разжигания межнациональной розни.
4. О создании взамен национальных вооруженных сил полицейских сил при Совете безопасности ООН.

5. О постепенном объединении всех государств в единое всепланетное государство на базе Организации объединенных наций.

Так, мне кажется, можно ликвидировать угрозу, нависшую над всем человечеством и над современной биосферой (экосферой) Земли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой книжке автор попытался показать роль вулканизма в формировании внешних оболочек Земли — земной коры, гидросферы и атмосферы, которые вместе составляют сферу обитания живых организмов. Он попытался также доказать, что первый шаг от неживого к живому Природа сделала в процессе вулканических извержений. Благодаря им создавались предбиологические системы, эволюция которых привела к появлению на Земле первых живых организмов. А это значило возникновение у Земли биосферы.

Эволюция биосферы протекала под воздействием многих сил — космических, геологических, биогенных, а с появлением на Земле человека — особой силы — силы Мысли.

Эволюцию биосферы под воздействием всех этих сил автор называет саморазвитием биосферы. Он также имел смелость заглянуть в вероятное, по его мнению, будущее биосферы — переходу от антропогенного периода в ее развитии к киборгогенному.

Автор благодарит всех лиц, способствовавших опубликованию этой книжки.

Цитированная литература

1. **Балеста С. Т.** Земная кора и магматические очаги областей современного вулканизма. М., «Наука», 1981 г.
2. **Виноградов А. П.** Химическая эволюция Земли. Из-во АН СССР, 1959 г.
3. **Воронцов-Вельяминов Б. А.** Очерки о Вселенной. М., 1964 г.
4. **Земцов А. Н., Тронь А. А., Мархинин Е. К.** Об электрических разрядах в пеплово-газовых тучах, возникающих при вулканических извержениях. Бюллетень вулканологических станций № 52. М., 1976 г.
5. **Калинин Г. П., Бреслав Е. И., Клиге Р. К.** Исследование изменения среднегодового уровня океана и некоторых морей. В кн. Глобальный водообмен. М. 1975 г., с. 14–24.
6. **Ковалев Г. Н.** Оценка параметров течения дисперсного потока в канале вулкана. ДАН, 1977 г., т. 237, вып. 6, с. 1422–1444.
7. **Муратов М. В., Вахрамеев В. А.** Мезозойская группа (эра). Б.С.Э., 1974 г., т. 16, с. 6, 7, 8.
8. **Опарин А. И.** Материя, жизнь, интеллект. М., 1977 г.
9. **Руленко О. П., Токарев П. И.** Атмосферно-электрические эффекты Большого трещинного Толбачинского извержения в июле–октябре 1975 г. Бюлл. Вулканол. станций, № 56, 1978 г.
10. **Страхов Н.М.** Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. М., 1963 г.
11. **Тен-Хак-Мун.** Микробиологические процессы в почвах островов притихоокеанской зоны. М., 1977 г.
12. **Холланд Х.Д.** Некоторые пределы состава атмосферы и океанов в докембрии. В кн. Международный геохимический конгресс (20–25 июля 1971 г.). Тезисы докладов, т. 2. М., 1971 г. с. 952–953.
13. **Челпанов С.И.** Планета Земля — колыбель жизни. Первая международная научная конференция «Вулканизм и биосфера». Тезисы докладов. Туапсе, 1998 г., с. 110–111.

Послесловие научного редактора

Десятки лет тяжелых и опасных исследований, осмысление всех деталей и тонкостей вулканизма сделали автора этой книги Евгения Константиновича Мархинина общепризнанным знатоком вулканов и их роли в становлении земных сфер.

Он убедительно обосновал не только причастность, но и главенствующую роль вулканизма в образовании земной коры, гидросферы и атмосферы.

Открытием мирового масштаба явилось обнаружение синтеза сложных органических соединений в газовых и пепло-газовых продуктах извержений. Первооткрыватель этого явления признан научным миром основоположником новой науки — биовулканологии. С тех пор понятия «вулканизм» и «биосфера», «вулканы» и «жизнь» стали неразрывными в многочисленных трудах ученого, в сотнях его работ и десятках монографий.

Теме взаимосвязи вулканизма, биосферы и экологии посвящены регулярно организуемые Е. К. Мархиным международные туапсинские конференции. Сейчас в стадии подготовки находится уже пятая конференция, которая намечена на осень 2009 года.

На этих симпозиумах активно обсуждаются проблемы: вулканизм как космическое явление; роль вулканизма в формировании внешних оболочек Земли и рудообразовании; вулканизм в истории Земли и современная вулканическая активность; вулканы и живые организмы; вопросы биовулканологии и биотехнологии; глобальные и региональные проблемы экологии, в том числе сейсмовулканоопасности.

Настоящая книга Евгения Константиновича, написанная в строго научном стиле, тем не менее доступна пониманию любого заинтересованного читателя. Она вполне может быть рекомендована в качестве учебного пособия для студентов вузов, изучающих концепции современного естествознания.

Профессор Адыгейского госуниверситета
И. Г. ВОЛКОДАВ

Несколько отзывов об исследованиях автора

«Еще совсем недавно, в конце 50-х и даже в начале 60-х годов, виднейшие ученые-геологи (как за рубежом, так и в нашей стране) отрицали большое значение вулканизма в формировании земной коры.

Е. К. Мархинин же пришел к следующим выводам: 1. Для формирования всей земной коры, как континентальной, так и океанической, продукты вулканических извержений имели главное значение. 2. Что же касается континентальной коры, то механизм ее роста за счет именно вулканических продуктов показывают процессы, происходящие в настоящее время в областях, подобных Курило-Камчатской дуге. Эти два тезиса легли в основу его докторской диссертации «Вулканизм Курильских островов (его роль в выносе вещества из мантии и в формировании земной коры)».

Но оторвать процесс формирования литосферы от процесса образования гидросферы и оба эти процесса от процесса образования атмосферы невозможно. Они не только тесно взаимосвязаны — они имеют общее начало — вулканизм. Ибо вулканы выносят на поверхность Земли не только каменный материал, но также воду и газы. Разработка вопроса о количественных их соотношениях, сделанная Е. К. Мархониным в середине 50-х годов, позволила ему впоследствии подсчитать вероятные массы воды и основных компонентов атмосферных газов, вынесенных вулканами на поверхность Земли в течение всей ее геологической истории. Эти расчеты показали, что водная и газовая сферы Земли, так же как и ее верхняя каменная

оболочка, обязаны своим возникновением прежде всего вулканам. Другими словами, его работы показали, что именно вулканы сыграли главную роль в формировании лика Земли».

Академик Г. С. Дзоценидзе

(Из послесловия к книге Е. К. Мархинина
«Цепь Плутона». М., «Мысль», 1973 г., с. 331)

«Ясно, что мимо возможности столь крупного открытия мирового масштаба мы просто не имеем права пройти. Биохимики, биологи и химики всего мира столько десятилетий ищут какие-то особые условия абиогенного синтеза органических веществ, ссылаясь то на метеориты и космос, то на далекое прошлое нашей Земли, то на свои лаборатории, где следы органики могут спонтанно синтезироваться в колбах под действием электрических разрядов и ультрафиолетового облучения, а здесь вдруг — огромные синтезы при извержении вулканов, которые всегда были, есть и будут на Земле».

Академик А. С. Спирин

(Из письма Секции химико-технологических
и биологических наук Президиума АН СССР от 6 января 1977 г.
по поводу обнаружения Е. К. Мархининым и его соавторами
биологически важных органических соединений в вулканических пеплах).

«Мне бы очень хотелось горячо поддержать работы Евгения Константиновича и Николая Евгеньевича (Н. Е. Подклетнов — соавтор Е. К. Мархинина. *Примечание редактора*) перед Секцией. Я считаю, что эти работы являются началом очень важных исследований, составляющих важное звено в решении общей проблемы происхождения жизни, этой важнейшей мировоззренческой проблемы».

Академик А. И. Опарин

(Из выступления на Секции химико-технологических
и биологических наук Президиума АН СССР, 6 января 1977 г.).

«Мы должны всячески поддержать эти исследования».

Академик А. А. Баев

(Из выступления на Секции химико-технологических
и биологических наук Президиума АН СССР 6 января 1977 г.)

«Мы заслушали очень интересное сообщение... Работы эти заслуживают всяческого поощрения».

Академик Н. М. Жаворонков

(Из выступления на Секции химико-технологических и биологических наук Президиума АН СССР 6 января 1977 г.)

«Это открытие — новый, огромный по своей значимости, прорыв вперед, осуществленный Евгением Мархониным и его единомышленниками на стыке наук о живом и неживом; прорыв, заложивший фундамент новой науки — науки будущего — биовулканологии...».

Писатель,

кандидат геол.-мин. наук

А. И. Шалимов

(Из предисловия к книге Е. Мархонина «Жизнь вулканов», Владивосток, 1988 г.)

«Многочисленные и разнообразные исследования Е. К. Мархонина в области вулканологии принесли ему мировую известность... Вклад Е. К. Мархонина в науки о Земле очень весом. Им создана теория существенно вулканогенного образования земной коры, гидросферы и атмосферы. Пеплово-газовый вулканический столб впервые рассмотрен и описан им как мощный природный химический реактор. Е. К. Мархониным с коллективом сотрудников открыто явление синтеза в вулканическом процессе многих, в том числе биологически важных, органических соединений. Этот результат рядом видных ученых оценен как крупное научное открытие.

Е. К. Мархонин является основоположником нового научного направления — биовулканологии, охватывающего проблемы, стоящие на грани вулканологии и учения о биосфере».

Доктора геолого-мин. наук Ю. П. Масуренков, Б. В. Иванов,

Ю. А. Таран, Ю. Ф. Мороз

(Институт вулканологии ДВО АН СССР, 30 января 1991 г.)

Из обоснования выдвижения доктора геолого-мин. наук, профессора Мархонина Евгения Константиновича на объявленную вакансию действительного члена Российской академии естественных наук).

«Е. К. Мархинин — автор более 200 трудов, нескольких монографий. Он является основоположником направления «биовулканология», пользуется всесоюзной и мировой известностью».

Кандидат геол.-мин. наук Е. А. Вакин
(Из выступлений ведущих сотрудников
Института вулканологии ДВО АН СССР
на собрании ученых 30 января 1991 г.)

«Е. К. Мархинин — старейшина вулканологии. Его труды известны повсеместно. По вкладу в развитие вулканологии он полностью отвечает званию академика».

Кандидат геол.-мин. наук И. И. Гушенко
(Из выступлений ведущих сотрудников
Института вулканологии ДВО АН СССР
на собрании ученых 30 января 1991 г.)

«Е. К. Мархинин — из ныне здравствующих самый известный вулканолог в нашей стране и за рубежом».

Доктор геол.-мин. наук Г. П. Авдейко
(Из выступлений ведущих сотрудников
Института вулканологии ДВО АН СССР
на собрании ученых 30 января 1991 г.)

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Введение	5
Часть 1. РОЛЬ ВУЛКАНИЗМА В ФОРМИРОВАНИИ ВНЕШНИХ ОБОЛОЧЕК ЗЕМЛИ — ЗЕМНОЙ КОРЫ, ГИДРОСФЕРЫ И АТМОСФЕРЫ — СФЕРЫ ОБИТА- НИЯ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ	
1. Глубинное строение планеты Земля	8
2. О магматических очагах	9
3. Роль вулканизма в формировании земной коры	11
4. О соотношении вулканического и метеоритного мате- риала в породах земной коры	12
5. Роль вулканизма в образовании гидросферы	13
6. О повышении уровня мирового океана	16
7. Гидросфера в истории Земли	17
8. Роль вулканизма в образовании атмосферы	20
Часть 2. РОЛЬ ВУЛКАНИЗМА В ВОЗНИКНОВЕНИИ ЖИЗНИ	
1. Первый шаг от неживого к живому	24
2. Вулкан как химический реактор. Физические и химиче- ские условия, существующие в пеплово-газовых вулканических столбах	29
3. Результаты изучения биологически важных органических соединений в ювенильных вулканических продуктах	38
4. Роль вулканизма в возникновении жизни	45
5. Вулканы как источник жизненно важных химических элементов	48
6. Пять шагов, которые сделала природа на пути к воз- никновению жизни	54
7. О новой науке — биовулканологии	55

Часть 3. О САМОРАЗВИТИИ БИОСФЕРЫ

1. Колыбель жизни — планета Земля в мировом пространстве	58
2. О гипотезе панспермии	59
3. Геологическая история и эволюция жизни	59
4. Многообразие живых организмов, населяющих биосферу Земли в настоящее время	64
5. Об эволюционном учении, науке «Экология» и основном биогенетическом законе Эрнста Геккеля	69
6. О силах, действующих на биосферу, и ее саморазвитие	70
7. О терминах «ноосфера» и «экосфера»	71
8. От антропогена к киборгогену?	71
9. О главной опасности, нависшей над современной биосферой (экосферой) Земли	73
Заключение	75
Цитированная литература	76
Послесловие научного редактора	77
Приложение	78



Очередная, пятая Туапсинская
международная научная конференция
«Вулканизм, биосфера
и экологические проблемы»
намечена на конец сентября 2009 года.

Е. К. Мархинин

**ПРОИСХОЖДЕНИЕ
БИОСФЕРЫ (ЭКОСФЕРЫ)
ЗЕМЛИ**

Компьютерная верстка — *Л. Матвиенко*

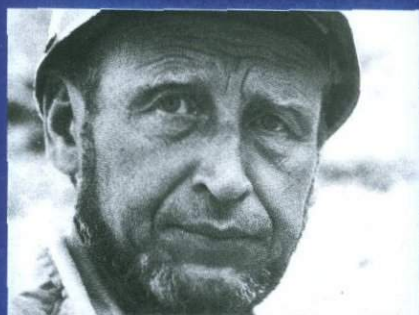
Корректор — *Н. И. Корикова*

Подписано к печати 19.06.2007 г. Формат 60x84/16.

Усл. печ. л. 4,88. Заказ № 2297. Тираж 1000.

Отпечатано в ОАО «Туапсинская типография»,

Краснодарский край, 352800, г. Туапсе, ул. Рабфаковская, 7.



МАРХИНИН

Евгений Константинович — академик Российской Академии естественных наук, Заслуженный деятель науки РФ, доктор геолого-минералогических наук, профессор; автор 275 научных и научно-популярных статей и книг по вопросам вулканизма и его роли в жизни Земли; основатель новой науки — биовулканологии, создатель учения о биосфере, как результате вулканической деятельности и саморазвития.

(Фото В. Безинкова)

5666

