Перипетии жизни.

Содержание.

1. ВУЛКАН, КОТОРОГО НЕ БЫЛО.

2. СОЙДУТСЯ ЛИ КОЛЕИ!

3. ВАРИАЦИИ В СТИЛЕ РЕТРО.

4. АРИТМИЯ ПЛАНЕТЫ.

5. НЕ ИСКЛЮЧАЯ КАТАСТРОФ...

6. ЖИВАЯ ЛЕСТНИЦА ДО САМОГО ДНА.

7. МАЯТНИК ЭВОЛЮЦИИ.

ВУЛКАН, КОТОРОГО НЕ БЫЛО.

Странный низкий гул неприятно давил на уши. Жители северо-восточных поселков острова Кунашир (они первыми обратили внимание на этот гул) сначала приняли его за отдаленный раскат грома. Однако небо было совершенно чистым, стоял ясный июльский полдень. Грому среди ясного неба не придали значения. Кого на Курилах удивишь такими вещами! Здесь привыкли к капризам стихии. Непогода может налететь когда угодно. Как-никак рядом Тихий океан.

Но на этот раз в природе происходило что-то для кунаширцев все же необычное. Гул нарастал. И тоном стал выше, и шел он вовсе не с неба, а откуда-то изнутри острова. Когда же в рыбацких домах задребезжали посуда и оконные стекла, люди бросились наружу, решив, что начинается землетрясение. Под ногами в самом деле словно бы возникла дрожь. Последовало несколько несильных толчков. Но затем произошло то, к чему меньше всего в поселках были готовы,— грохнул Тятя. Больше 160 лет стояла великая гора тиха и нема, и вдруг...

Первый столб пепла с сильным шумом вырвался из середины северного склона. Черная туча стремительно поднялась в вышину. Такой же выброс скоро заметили и на восточной стороне горы. Облако пепла спустилось вниз, густо накрыло прибрежные поселки. Стало темно — вытянутой руки не видно. И в этом мраке возникло странное мерцающее свечение словно в воздухе закружились мириады светлячков. Оно исходило от опускавшихся частиц пепла, до того сильно те были наэлектризованы. Но что от чего — разобрались после. А тогда странное свечение, как все непонятное, сильно напугало людей. Тем более что с его появлением прервалась связь поселков с внешним миром.

Их вызывали непрерывно. Ни один не отзывался. В ответ — только треск эфира. На проходившие суда полетели радиограммы: «Обеспечьте эвакуацию населения!»

Видимость к тому времени стала отвратительной. Подойти к берегу было непросто. Но до поселков все-таки добрались. Людей с острова сняли. Всех до одного. А сняв, поспешили отойти подальше от берега. Тятя уже распалился не на шутку. С каждым часом он становился все грознее. Другие корабли, оказавшиеся поблизости, тоже (поскольку люди были спасены) старались не приближаться к острову. Оттуда летели каменные бомбы, которые с шипением плюхались в море, высоко вздымая воду. Никому не хотелось заполучить на палубу увесистый дымящийся гостинец. Впечатление было такое, будто с берега вели беспорядочный артиллерийский обстрел.

И только одно небольшое судно мчалось на полной скорости в обратном направлении — туда, где с каждой минутой становилось все опаснее. Ночью оно вышло из Южно-Курильска и взяло курс на район извержения. Усиливающийся пеплопад накрыл палубу и все палубные надстройки темно-серой пеленой. Но суденышко не сбавляло хода. Когда забрезжило утро, ему удалось, оставаясь вблизи Тяти, войти в зону просвета. И тогда открылось фантастическое зрелище. Черные столбы, что поднимались над вулканом на фоне бледно-голубого неба, непрерывно пронизывались молниями, словно атаковавшими гору сверху. Такие же яркие вспышки метались в середине огромной пепловой тучи, которую ветер медленно уносил на восток. Издали все это походило на какую-то дикую иллюминацию.

Суденышко, выжимая по 14 узлов, вошло в пролив Екатерины, омывающий остров с севера. Подняло с воды чаек, буревестников, бакланов, согнанных с кунаширских скал. Воздух наполнился оглушающим хлопаньем тысяч крыльев, невероятным гомоном; всей стаей птицы потянулись в сторону соседнего Итурупа.

Когда стал виден покинутый жителями берег, судно устремилось туда. И к вечеру высадило девятерых смельчаков. Они быстро сгрузили поклажу. Тут начало темнеть. Заночевали на берегу.

На другой день с рассветом трое из прибывших двинулись вверх по склону гудящего вулкана. Они бросали ему вызов? Нет, они не собирались ставить спортивных рекордов. У них была другая цель. С действующим вулканом они имели дело не впервые. И знали, как вести себя в подобных ситуациях. Прежде всего им требовалось достичь места извержения. Стремясь подобраться К нему как можно ближе, группа держалась более безопасной наветренной стороны.

Их вел вулканолог Евгений Константинович Мархи-нин. Они знали, что этот человек бывает и трезво деловит, и азартен. Такие, казалось бы, взаимоисключающие качества неплохо уживались в нем. Он вообще считал, что способность рисковать, не теряя головы,— профессиональное качество вулканолога. Мархинин в своей области был крупным авторитетом. Ему верили, за ним шли.

Лишь к концу второго дня группа приблизилась к действующему кратеру настолько, что можно было увидеть происходящее внутри него. Разбили лагерь. Подъем был невероятно труден. Местами склоны горы загромождали сломанные ветви обожженных и разбитых деревьев, рухнувшие стволы. Трава была совершенно засыпана пеплом. Под ним же полег почти весь дикий бамбук. Наружу кое-где торчали то вытянутое крыло, то свесившаяся на бок голова погибшей птицы. В общем, на обширном пространстве лес со всем своим живым населением был уничтожен. Надеясь облегчить дорогу, они стали подниматься вдоль русла ручья Кедрового. Но оно оказалось полузасыпанным. Только за тысячеметровой отметкой над уровнем моря пеплопад уменьшился.

Вторая ночь тоже прошла беспокойно. Взрывы грохотали непрерывно. Раскаленные камни взлетали до километровой высоты. Продолжалась и «иллюминация» в клубах вылетающего из жерл пепла. Зрелище было жутким, но настолько впечатляющим, что буквально завораживало. От него трудно было оторваться. Только чугунная усталость прогнала людей в палатку.

А гору по-прежнему сотрясали идущие изнутри толчки.

Утром начали брать пробы пепла и вулканических газов. С первым было проще: он сыпался в буквальном смысле с неба. За газом же следовало лезть к пышущим жаром, раскаленным фумаролам — трещинам в скалах.

...Только дней через десять Тятя начал понемногу затихать. К этому времени уже вся экспедиция была наверху. Работа подходила к концу. Широкогорлые стеклянные банки с вулканическим пеплом, герметически закрытые металлическими крышками, стояли готовые к спуску на берег. Они, предварительно стерилизованные, наполнялись непосредственно пеплопадом. Мархинину очень важно было, чтобы в банки попал, так сказать, первородный пепел, без посторонних примесей.

В специальных сосудах ждали отправки и пробы газов, взятых прямо из гудящих трещин вулкана. Только вот до самой лавы добраться не смогли. А так нужно было! Расплавленная, она сильно бурлила в глубине активного центра. Но через край кратера не перелилась и по склону горы не потекла. Тем только и удовлетворились, что понаблюдали за ней издали.

Лишь по прошествии двух лет, в 1975 г., Мархинину удастся взять эту желанную пробу магматического газа непосредственно из лавы. Концом длинной керамической трубки он с трудом дотянется до небольшого пузыря солнечного цвета и жара у самого края огненного потока. Однако произойдет это уже не здесь, а гораздо севернее, на камчатском Толбачике, сильное извержение которгго многие на полуострове помнят поныне. Там тоже будут опасное восхождение на гору, погибший лес, гудящая под ногами земля и каменные бомбы над головой...

Мархинин первым в СССР взял газовую пробу непосредственно из жидкой лавы. Эксперимент был незауряден и риск велик. Однако самая удивительная особенность экспедиций Мархинина к кратерам Тяти и Толбачика заключается в том, что и обе они, и взятые пробы, в сущности, не имели отношения к традиционней вулканологии. Многие годы Мархинин отдал изучению беспокойного плутонова хозяйства, но на сей раз его интересовала проблема, казалось бы, совсем далекая от привычного круга прежних научных занятий,— происхождение жизни на Земле.

С чего бы такой крутой вираж? Вещи вроде бы несовместимые: действующие вулканы, уничтожающие вокруг себя все живое, и первородство этого живого в своем, по-видимому, еще хрупком, незащищенном виде. Какая тут может быть связь?

Кризис проблемы — вот что привело ученого к гремящему кратеру Тяти. Глубокий кризис после девятого вала радужных надежд.

Кризис? Но он же совсем по другому ведомству. Вулканологу-то до этого какая забота?

Дело в том, что проблема, понятно, включает в себя как минимум двух партнеров: жизнь и Землю (возможно, не только Землю). Представления же о происхождении каждой из них долгое время развивались как бы параллельно. Словно колеи железнодорожной двухпутки они шли, практически не пересекаясь. Когда же пришла пора им соединиться в общую, так сказать, магистраль, то есть в единую теорию эволюции всех сфер нашей планеты, обнаружилось, что колеи разной ширины. Не совмещаются. И значит, дальше по ним ходу нет. Как быть?

Вот попыткой совместить эти не сошедшиеся колеи и стали экспедиции Мархинина к местам извержений дальневосточных вулканов. К сожалению, попыткой не вполне удачной, хотя и чрезвычайно ценной... Однако давайте-ка все по порядку.

Проблема происхождения жизни решалась довольно I просто, пока ученые находились в счастливом неведении относительно сущности живого, как, впрочем, и насчет того, что представляла собой Земля в младенчестве; Эмпедокл из Агригента в V в. до нашей эры считал, например, что своим существованием все дышащее на планете обязано самозарождению отдельных органов — рук, ног (лап), голов, сердец, которые затем, случайно комбинируясь, складывались в тела и достигали в конце концов вполне удачных вариаций. Правда, лет за сто до него другой древнегреческий философ, Анаксимандр из Милета, с поразительной для своего времени прозорливостью утверждал, что путь к высшим организмам природа начинала с более примитивных. Но и он за исходную субстанцию брал, если так можно выразиться, сложный готовый продукт— морской ил. Эта идея самозарождения организмов, видимо, представлялась многим поколениям наших далеких предков очень убедительной, так как она просуществовала, не особенно изменяясь, долгие века (здесь речь, разумеется, только о естествознании; религиозные учения всех народов и времен, как известно, такой проблемой себя не обременяли, сразу переложив всю работу по биологической части на плечи творца, как, впрочем, и по геологической).

Лишь много позже у идеи самозарождения организмов появилась непримиримая оппозиция. Но дискуссии еще нередко походили на кафедральный диспут схоластов, поскольку излюбленной темой возвышенных споров чаще всего оставалась дилемма: что было раньше — яйцо или курица?

Тем временем пытливое племя экспериментаторов занималось таким низменным делом, как проза бытия. Отчего, однако, многое в окружающем мире, прежде казавшееся банально-привычным, становилось увлекательно-загадочным.

Как было остаться равнодушным, скажем, к блошиным стеклышкам! Увеличение в сто раз! Видно такую малость, что просто чудо! Вот какую забавнейшую возможность предоставили своим соотечественникам в 1590 г. два голландских оптика братья Ганс и Захария Янсены из Миддельберга, сконструировав один из первых в мире микроскопов.

А три четверти века спустя Роберт Гук, английский физик и ботаник, образованнейший человек того времени, снабдив «забавный» прибор третьей увеличительной линзой, смог рассмотреть предметы куда меньших размеров, чем блоха. По его словам, ему открылся «предмет не столько приятный, сколько поучительный».

Он вглядывался в кусочки растений и металлов, части насекомых, в срезы пробки. Увиденное зарисовывал и подробно описывал. Так появилась книга «Микрография». Немного фантазии, и можно стать почти свидетелем тех опытов Гука, вслушиваясь в спокойные пояснения великого ученого: «Перочинным ножом я срезаю с гладкой поверхности пробки чрезвычайно тонкую пластинку. Кладу ее на черное предметное стекло, так как это белая пробка; и, осветив ее при помощи плоско-выпуклой стеклянной линзы, я чрезвычайно ясно вижу, что вся она пронизана отверстиями и порами, совершенно как медовые соты. Только отверстия менее правильны».

Гук назвал их клетками. Эти поры и в самом деле были пустыми внутри. Совершенно пустыми, поскольку он рассматривал то, что было изуродовано смертью, что осталось от живого,— каркас. Долгое время так и считалось: главное в клетке — клетка, то есть ее стенки.

Когда в 1682 г. английский ботаник Неемия Грю, придирчиво исследуя растения с помощью более совершенной оптики, пришел к выводу, что увидел подобие текстильной ткани, он тоже говорил о волоконном переплетении именно стенок клеток (от Грю, кстати, и пошло словосочетание «живая ткань»). Лишь много позже в гуковской клетке обнаружили содержимое «пустоты». Но название «клетка» уже прижилось, все попытки подобрать для ячейки живого более удачное обозначение ни к чему не привели.

... К тому времени клеточная тема уже обросла множеством других подробностей. Где-то около 1673 г. голландец Антони ван Левенгук, располагая линзами с 300-кратным увеличением, обнаружил неведомый людям мир. Впрочем, мир, столь же и невероятный. Тогда многие посчитали, что он его просто придумал, чтобы всех удивить. В самом деле, как проверить, будто в капле воды («Вы только представьте себе!») пребывает не менее жителей, чем в ином рыбацком поселке, а то и в городе. А ученый продолжал утверждать, что открывшийся ему мир — не иллюзия, не оптический обман. Мельчайшие существа, которых он увидел, были крайне суетливы, перемещались, сталкивались друг с другом, не зная ни минуты покоя.

Во все это верилось с трудом. Нужно было время, чтобы к такому привыкнуть. Кстати, не открытие ли Левенгука надоумило английского сатирика Джонатана Свифта отправить своего Гулливера в страну лилипутов? Впрочем, изобретательность даже такого выдающегося писательского ума оказалась скромнее изощренности природы. Свифтовых человечков можно было, как говорится, пощупать, взять в руки, поставить на ладонь. Мир Левенгука оставался вообще не видимым для невооруженного глаза. И при этом деятельно существовал, заполнял вокруг человека буквально все пространство. Мыслимо ли такое!

Более 150 лет потребовалось на то, чтобы доказать, что все растения и животные сплошь состоят из клеток и что природа, наделяя материю жизнью, пользуется исключительно клеточной «расфасовкой». Правда, еще казалось, будто оживление клетки происходит откуда-то извне, что она как бы выкристаллизовывается из некой живой среды, подобно снежинкам из охлажденных капель воды. Но к середине XIX в. устами немецкого патолога Рудольфа Вирхова был окончательно сформулирован закон, который произвел революцию в биологии: «каждая клетка из клетки».

Это многое означало и для проблемы происхождения жизни. Если жизнь всегда распространялась по клеточной цепи, то суть проблемы становится совершенно конкретной: откуда взялась первая клетка? Не потому, что клетка — нечто простейшее, элементарное (хотя некоторые одноклеточные организмы и называются в систематике простейшими!). А оттого, что именно с клетки начинается живое, без нее его нет, все мертво.

Я потому и высвечивал здесь хрестоматийно знакомые имена, что именно с них берет начало истинно научная постановка проблемы происхождения жизни, пришедшая на смену многочисленным вариациям умозрительных рассуждений.

И вместе с тем" сказать: исходной была клетка — это все равно, что утверждать, будто история архитектуры началась с современной квартиры, ибо внутри ячейки жизни всякого «оборудования» находится не меньше, чем в комфортабельном жилище человека XX столетия.

Однако, не поняв, как появилась клетка, что привело к ней, чем она жива, невозможно было сказать что-либо толково о ее происхождении. Если она полна деятельности, то за счет чего? И кто ее «работники»? А если там тоже прячется целый мир неведомых существ, еще более мелких, чем обнаруженные в капле воды? Ну конечно, пора было заглянуть внутрь нее.

Но прежде давайте поинтересуемся, как в те времена складывались представления о младенчестве нашей планеты. Может, там обнаружатся зачатки совсем «кустарного», примитивнейшего клеточного производства.

Земля — это потухшее светило,— объявил в XVII в. Рене Декарт, знаменитый французский философ, физик к математик. И продолжил: «В настоящее время только ядро планеты состоит из огненного вещества. Выше его расположены плотные оболочки, в одной из которых — большие пустоты. Над ней — слой воды, одетый в скорлупу из камня, глины, песка и грязи».

Вообще-то этот мыслитель — автор ряда по-настоящему глубоких работ — известен еще и тем, что придумывал гипотезы буквально по всякому поводу. Многие из них своей безапелляционностью коробили современников. Каким образом движутся планеты? Они переносятся вихрями. Почему соль соленая? Потому что ее частицы игольчатой формы... Не случайно сторонники великого английского физика Ньютона не жаловали Декарта — мол, он своими гипотезами создает не реальную картину природы, а лишь красивые басни.

Что ж, в сочинении басен тоже придерживаются известных правил: им положено иметь свои сюжет и мораль.

Есть сюжет и в трактате Декарта о Земле. Обрушение коры в разлившуюся под ней водную оболочку, утверждал он, привело к образованию морей, а участки тверди, оставшиеся приподнятыми, стали континентами и островами; находящийся в подземных пустотах дым время от времени загорается — тогда происходят землетрясения; если же пламя прорывается наружу сквозь трещины в горах, начинаются извержения вулканов.

Не будем слишком строги к содержанию этой гипотезы. Лучше отметим несомненную стройность ее «сюжета» и, главное, наличие «морали», то есть вывода: эволюция Земли—отнюдь не нагромождение каких-то эпизодических случайных событий.

Каких только вариантов сотворения нашей планеты не выдвигалось за прошедшее с той поры время! Правда, большинство из них существовало недолго, но в недостатке фантазии их авторов не обвинишь. Предполагалось, например, что некая комета отколола от Солнца несколько кусков — будущих планет. Одному из них суждено было стать Землей — сначала раскаленной (в окружении горячих паров), затем, после остывания, твердой и стекловидной, покрытой водной оболочкой.

Согласно другим воззрениям, Земля как бы слепилась из твердых и жидких частиц. А после их разделения обрела все свои горы и моря.

Вот еще догадка: сначала был океан, наполненный насыщенным раствором солей, из которого в результате выпадения осадка и образовалась вся твердь, в том числе кристаллические породы вроде гранита и базальта.

И еще: исходным строительным материалом послужила просто туманность, превратившаяся после уплотнения в сплошную сушу. Такое небесное тело по мере удаления от Солнца охлаждалось, отчего атмосферная влага, сгустившись, однажды пролилась страшным потоком. Тогда резко увеличилась скорость вращения плане» ты. А это, в свою очередь, вызвало ее расширение и разрыв ее поверхности на материковые куски.

Авторы этих гипотез были не менее изобретательны также по части разработки версий последующей судьбы Земли. Если бы им предложили заполнить анкету, состоящую из двух вопросов по геологии, то результаты опроса выглядели бы примерно так:

1. Как возникли материки?

— Часть воды стекла в подземные пустоты, отчего обнажились большие участки твердой оболочки.

— Нет, воду постепенно вытесняла лава, извергавшаяся вулканами.

— Материки были подняты выше уровня моря силой подземных взрывов.

— Континенты всплыли под действием расплавленных масс, находящихся в недрах планеты.

2. Как образовались горы и долины?

— Это работа океанских течений, когда суша еще была покрыта водой.

— Нет, морская вода медленно растворяла твердую оболочку планеты.

— Это работа приливов и отливов.

— Началось с извержения вулканов, возникших от подземного горения каменного угля; все дальнейшее рад;\* витие Земли — постоянное противоборство огня и воды.

— Рельеф планеты — творение дождей и ветров.

— Поднятия на суше появились в результате onyqca-ния соседних с ними участков земной коры — одни блоки своей тяжестью выдавливали другие.

Каждая из версий как будто бы неплохо объясняла отдельные факты, но совершенно беспомощной оказывалась в истолковании всех остальных.

Обратите внимание и на другое обстоятельство: упомянутые гипотезы в чем-то похожи друг на друга. В чем же? Их авторы одержимы все тем же стремлением — представить эволюцию Земли (от сотворения до эпох, близких к своему времени) как цепь взаимосвязанных событий. Не правда ли, удивительная солидарность в мышлении ученых, принадлежавших и к разным поколениям, и к разным научным школам?

Особенно показательна в этом отношении так называемая теория сжатия, считающаяся венцом геологической мысли прошлого века. Ее автором был известный французский геолог Эли де Бомон.

Она базировалась на господствовавшей в то время идее Канта — Лапласа, согласно которой Земля родилась из газово-пылевой туманности и после уплотнения последней прошла стадию раскаленно-жидкого состояния.

Дальше теория предлагала следующую схему. Постепенно охлаждаясь, покрываясь коркой, планета уменьшалась в размере. Ее поверхность сморщивалась (словно кожура печеного яблока), отчего в одном месте поднимались материки, в другом углублялись океанские впадины. Это же стало причиной образования гор и долин. Горы старели и разрушались, занося низины. Продолжающееся остывание Земли вело к возникновению новых складок и вмятин, а движения коры — к землетрясениям. Когда же вмятины выдавливали расплавленную магму ближе к поверхности, начинали грохотать вулканы.

Такая картина долгое время представлялась настолько очевидной, что один из сторонников популярной теории как-то сказал: «Сжатие земного шара — это явление, совершающееся на наших глазах».

Увы, и эта теория увязла в противоречиях. По теории сжатия Земле полагалось быть равномерно покрытой «морщинами». Однако хребты и возвышенности, как известно, занимают на материковых пространствах не такую уж значительную площадь. Кроме того, если признать, будто все горы действительно поднялись от сморщивания коры, то надо согласиться и с тем, что наша планета охладилась на несколько тысяч градусов. Последнее абсурдно, поскольку распад радиоактивных элементов, входящих в состав всех горных пород, сопро-вождается выделением тепла. Иными словами, Земля скорее имела склонность нагреваться, а не охлаждаться. Однако те, кто закладывал основы теории сжатия, еще ничего не знали о радиоактивности.

И еще одна общность упомянутых гипотез бросается в глаза. При всей «сюжетности» каждой в них нет никакого биологического продолжения или хотя бы мостика, соединяющего происхождение планеты с появлением жизни на ней. Даже намека нет на что-то, обусловливающее обязательное появление живой материи. Так же, как ни в одной возникновение жизни не ставится в зависимость от определенных условий на Земле или какого-то поворотного пункта в эволюции планеты. Не правда ли, странная обособленность? Я бы сказал, противоестественный какой-то параллелизм.

Если следовать логике этих гипотез, то жизнь на Земле могла быть, а могла и не быть. Тогда резонно встает вопрос: появление жизни на Земле — «бесплатное» и необязательное приложение к возникшей планете или это закономерная трансформация материи?

Это, пожалуй, самый главный вопрос. И мы с вами еще поищем на него ответ. А сейчас вернемся к клетке.

Итак, пришла пора заглянуть в ее сердцевину. Вдумчивому итальянцу Якопо Бартоломее Беккари не было никакого дела до происхождения жизни. «Чистая» наука его интересовала совсем с другой стороны. Смешав в реторте некоторое количество пшеничной муки с водой, он принялся наблюдать. Получилась мутная взвесь и густой клейкий остаток. Отделив одно от другого, Беккари стал терпеливо ждать. Клейковина гнила, выделяя неприятный запах. А мутная, скрипевшая между пальцами взвесь прокисла. Разнородность обнаружилась и при сухой перегонке. От клейковины пахло жженым рогом. Поэтому Беккари отнес ее к продукту животного характера. А белую скрипевшую взвесь (по нашим понятиям, это был крахмал) он назвал растительным веществом. Так Беккари различил то, о чем впоследствии стали говорить как о белках и углеводах.

В 1728 г. он сделал в Болонье доклад об интересных опытах. А вскоре о них узнали все крупные ученые Европы. Факт открытия клейковины казался поразительным: в растении обнаружилось нечто «животное»!

Но должно было пройти больше столетия, прежде чем голландский химик Шерар Мул дер осмелился сказать: «Во всех растениях и животных присутствует некое вещество, которое, без сомнения, является наиболее важным из всех известных веществ живой природы и без которого жизнь на нашей планете была бы невозможной. Это вещество я наименовал «протеин».

«Протос» по-гречески — занимающий первое место. В дальнейшем, правда, выяснилось, что не существует одного универсального белка-протеива, а имеется множество различных белков.

По мнению Мулдера, его протеин имел фрагментарное строение, то есть состоял из обособленных, но связанных между собой частей. История науки немного знает таких гениальных предвидений. Хотя истинная организация белковой молекулы оказалась значительно сложнее, сама идея ее фрагментарности блистательно подтвердилась. Все белки, считал Мулдер, имеют общий радикал — соединение углерода, водорода, азота и кислорода (собственно протеин), а различаются присоединенными к радикалу серой, фосфором или другим элементом.

Сколько всего предшествовало идее Мулдера! Химия должна была обрести представление об элементах. Открыть многие из них. Научиться анализу, умению отделять одно вещество от другого. Скажем, разделять смесь соли и песка, зная, что соль растворима в воде, а песок нет, и что затем чистую соль можно получить, выпарив воду (последнее люди освоили очень давно). Химии следовало обнаружить существование соединений — веществ, не разделимых физическими способами (та же пищевая соль — соединение хлора и натрия, хлористый натрий), веществ, состоящих из комбинаций двух и более элементов, которые уже никакими (доступными тогда) ухищрениями не расщепить и не превратить друг в друга. Бесчисленное множество различных видов материи, составляющей весь окружающий мир, оказалось сведенным лишь к десяткам (впоследствии к сотне с лишним) элементов.

1803 г. подарил людям закон постоянства состава. Впрочем, это был частный случай более широкого обобщения: все свойства химического вещества постоянны. Иными словами, оно всегда состоит из одних и тех же элементов, соединенных друг с другом в неизменных пропорциях. Скажем, вода — всегда связь двух атомов водорода с одним кислорода. И никак не иначе. Даже если она замерзает, становясь хрупкой льдинкой, или кипит, превращаясь в горячие клубы пара. Мир химии, как оказалось, далек от хаотических встреч и разрывов, подчинен строгим правилам. Элементы тяготеют к одним и тем же «партнерам» и, вступив друг с другом в связь, остаются верны этому союзу, пока не подвергнутся экстремальному воздействию.

И еще ряд великих открытий предшествовал идее Мулдера. Все клетки (и конечно, живые существа) содержали одни и те же элементы. Ни у кого — от простейших до человека — не было найдено каких-либо химических элементов, которых не существовало бы в горных породах, воде, воздухе.

Живое и неживое по своему химическому составу одинаково! Этот сенсационный вывод с трудом укладывался в головах тех, кто представлял себе живое как воплощение «жизненной силы» или некоего абсолютного духа.

«Так-таки между камнем и человеком для химика нет никакой разницы?» — следовал язвительный вопрос. К ответу на него еще предстояло привыкнуть: «Конечно, есть — относительное содержание некоторых элементов гораздо больше в теле человека, чем в земной коре; других, наоборот, меньше».

Углерода, например, обнаружилось, на удивление, больше в 200 с лишним раз. Его следовало считать основой жизни. Без него немыслимо существование клетки. Впоследствии изучение многочисленных и разнообразных соединений углерода стало предметом самостоятельной области знания — органической химии. Атом углерода часто связывается с четырьмя другими атомами. Простейшее органическое соединение — метан (его еще называют болотным или светильным газом), в нем атом углерода прочно удерживает четыре водородных атома.

И еще одной особенностью углерод обеспечил себе ведущее положение в органике — способностью образовывать не только прямые длинные цепи, но и разветвленные, такие, как молекулы белков и других сложнейших соединений.

Знание элементарного состава всего живого говорило о химическом единстве окружающего мира. Это был огромный шаг в познании природы. Но он, увы, ни на йоту не продвинул решение проблемы происхождения жизни. Так, по крайней мере, тогда казалось ученым. В каких бы пропорциях они ни смешивали известные химические элементы, как бы ни воздейртвовали на них, живой клетки не получалось. Стали яргораривать, что органика вообще не поддается искусственному синтезу. Анализировать, определять элементарный состав — это, мол, еще доступно человеку, а воспроизводить в конечном виде — исключительно прерогатива природы.

И вдруг прорыв: Германия, 1924 г. Фридрих Вёлер синтезирует из циановой кислоты и аммиака (то есть из типичных соединений небиологического происхождения) органическое вещество. Нет, не белок, куда там! Но все же вещество, выделяемое всеми животными,—: мочевину.

Итак, в организмах исследователь имеет дело с соединениями такой же химической природы, как и те, которые получают в пробирках. Органику отличает большая сложность, но отнюдь не присутствие таинственной «жизненной силы». Отсюда следовал вывод: химические элементы содержатся в живом не сами по себе, а в составе непростых соединений. Каких? Вслед за открывателем клейковины итальянцем Я. Б. Беккари химики все чаще отмечали во всякой органике «вещества животные». Первые же элементные анализы их дали близкие результаты.

Все это и позволило голландцу Ш. Мулдеру с такой убежденностью говорить о присутствии во всех существах протеина, который наиболее важен для живой природы. Только истинное вдохновение могло породить подобное предвидение. Пусть придуманного им радикала так и не нашлось в реальном белке. Гораздо важнее, что сами белки (ныне их насчитывается множество) действительно присущи всему живому, а строение их фрагментарно.

Прямые подтверждения последнего пришли довольно быстро, но из совершенно неожиданных источников — из лабораторий, где пытались постичь секреты пищеварения. Там открыли интересные соединения — ферменты, которые «умели» как бы демонтировать белки на составные части. Причем, обретя самостоятельность, такие фрагменты не поддавались больше воздействию фермента. Что же это обнаружилось? Исходные кирпичики белковых сооружений?

Догадка вполне естественная и обещающая. Она дает убедительное объяснение сложности белков. Но нет, тогда она еще ни у кого не мелькнула. Не созрела.

Дело в том, что ничего нового в данном случае не получили—отщеплены были старые знакомцы биохимиков из класса аминокислот. К середине прошлого века таких знали четыре. Их объединяла прежде всего совершенно одинаковая основа: к центральному атому углерода с одной стороны крепилась так называемая карбоксильная группа (углерод, кислород, водород), а с другой — аминогруппа (азот и водород). Непохожим были только ответвления. У каждой аминокислоты свое. Получалось что-то вроде флажков разной формы, надетых на стандартные палочки (да простят мне биохимики столь вольное сравнение).

На первых порах от белка удавалось отщеплять единичные аминокислоты. Для далеко идущих выводов об их роли просто не было оснований. В самом деле, из того, что в составе белков есть несколько разрозненных, пусть знакомых соединений, еще решительно ничего не следовало.

Тут важно другое: одну из аминокислот удалось синтезировать в лабораторных условиях при участии хорошо известной синильной кислоты — той самой, с коварным запахом горького миндаля (к ее помощи прибегают авторы детективов, когда им срочно требуется отправить к праотцам кого-то из своих героев). Главное заключалось в том, что это простое органическое соединение получили из неоргаиики. Еще одна органика из небиологических исходных. А конечным продуктом на сей раз был фрагмент белка.

К концу прошлого века из белка уже выделили 13 аминокислот. Их число продолжало расти. В возможности их небиологического синтеза теперь мало кто из биохимиков сомневался. Больше того, догадка об аминокислотных кирпичиках начала утверждаться в умах многих. А с ней и представление о близости решения проблемы происхождения жизни. Оптимизм некоторых ученых был настолько велик, что на одном из заседаний Немецкого общества естествоиспытателей известный биолог, пропагандист дарвинизма Эрнст Геккель воскликнул: «Когда вы, химики, создадите истинный белок, то он закопошится!»

До этого, казалось, рукой подать. Особенно после того как нобелевский лауреат, руководитель Химического института Берлинского университета Эмиль Фишер исчерпывающе доказал исключительно аминокислотное строение белков. Ему удалось не только синтезировать эти отдельные кирпичики, но и связать их в тандемы и даже в целые блоки (аналогичные тем, что оставались при неполном расщеплении белковых молекул).

...Время отсчитывало двадцатое столетие. От науки ждали чудес. И она не поскупилась на изощренные гипотезы и удивительные открытия. Именно в это время стала популярна идея панспермизма. Она вроде бы давала возможность одним ударом меча разрубить гордиев узел проблемы происхождения жизни на Земле. Все сложности мгновенно оказываются за бортом, если согласиться, что жизнь занесена к нам извне. Мол, ее зародыши широко распространены во Вселенной. Попав на планету с благоприятными условиями, они могут развиваться. Что и произошло на Земле.

Было бы ошибкой посчитать, будто гипотезу породил исключительно полет нетерпеливой фантазии или, скажем, только неверие в возможность случайного синтеза на нашей планете сложных белковых молекул. У этой идеи имелась, так сказать, и материальная основа. В составе метеоритов, пришельцев из космоса, чей возраст составлял 4,6 млрд. лет (как и возраст Земли), обнаруживали соединения типа синильной кислоты и даже (по словам ряда исследователей) некоторые аминокислоты. Не случайно у гипотезы и поныне немало сторонников (правда, она претерпела некоторые изменения).

По-моему, в ней есть что-то от уловки, от попытки отодвинуть на потом решение трудной проблемы. Как и где появились сами странствующие зародыши жизни? Разве что-нибудь в поисках ответа на этот вопрос упрощается, если сказать «не на Земле» или «где-то в космическом пространстве» или «на другой планете»? И если «где-то», то почему не на Земле? Разве Земля не одно из космических тел, которое для нас обладает к тому же совершенно уникальной особенностью,— оно наиболее доступно для изучения. По крайней мере, именно это подсказывает здравый смысл.

Наверное, и им руководствовался молодой советский биохимик Александр Иванович Опарин, публикуя в 1924 г. небольшую книгу, оказавшую сильное влияние на развитие науки.

Он сделал попытку объяснить естественное возникновение органических соединений на изначально «стерильщой» Земле. Оно виделось ему как взаимодействие карбидов металлов, воды и высокой температуры, царившей на поверхности молодой планеты. Здесь все не случайно. /Во времена той публикации Опарина общепринятой еще :была теория сжатия, согласно которой Земля сначала была раскаленной, потом остывающей, обретшей свои меря и океаны благодаря потокам, хлынувшим из облаков. Отсюда в его версии высокая температура и обширные акватории.

— Только в огне, только в калильном жару могли образоваться вещества, впоследствии родившие жизнь,— говорил Опарин.

Он понимал: XX в. — это уже не то время, когда можно обсуждать проблемы происхождения жизни, не затрагивая особенностей места этого действа. К тому же он также хорошо знал, что органический синтез требует как минимум повышенной температуры (некоторые аминокислоты образуются просто при подогреве водно-аммиачного раствора синильной кислоты и формальдегида). И еще ему было известно о необходимости участия углерода и катализаторов, ускоряющих химические реакции. Тут подходили соединения углерода и металлов (карбиды).

Эта схема позже претерпела существенные изменения. Сама же идея непрерывного усложнения органических соединений, как возможный путь к возникновению живого, оказалась чрезвычайно плодотворной.

Как похоже это на историю с Мулдером — время безжалостно рушит возведенные с такой старательностью и трудом затейливые постройки и оставляет в неприкосновенности простой фундамент. Идея Опарина вошла в историю науки под названием принципа непрерывности.

По-видимому, она вообще уже, как говорится, носилась в воздухе. Потому что лет пять спустя известный английский биохимик "Джон Бёрдон Холдейн высказал в опубликованной статье нечто похожее, не будучи знаком с книгой Опарина. Правда, в статье имелось и существенное отличие. Холдейн подчеркивал важность передачи наследственной информации.

Опарин считал, что первые клетки с признаками жиз-?,) ни возникли в первичном океане юной Земли, так сказать, в первичном бульоне, в котором образовывались и накапливались простые органические соединения и белковые молекулы.

Каким был момент рождения первой клетки? Наверное, это произошло, когда вокруг одной из нескольких макромолекул возникла полупроницаемая оболочка. Как; возникла? Океан — это волны. Они наваливаются друг на друга, разбиваются, разлетаются брызгами. Каждая! капелька, захватившая нечто белковое из первичного бульона, могла оказаться в окружении слоя жироподобного вещества толщиной хотя бы в одну молекулу. На каком-то этапе эволюции подобные капли стали обладать самой примитивной формой обмена веществ.

Затем стали передавать эту способность потомству.

Значит, сначала у клеток появилась способность к обмену веществ? Лишь затем они стали тиражироваться? Холдейн думал иначе: первыми были макромолекулы, наделенные способностью самокопирования. Обмен веществ появился у них позднее.

Кто был прав? Ни тот ни другой не говорили тогда о химическом механизме самовоспроизводства. Тогда обоим казалось, будто предмет спора определен точно: с чего у белка началось — с обмена веществ или с тиражирования? А то, что оба свойства присущи именно белку и ничему иному, для них как бы само собой разумелось.

Между тем наука уже давно начала протаптывать тропу к совсем иным представлениям.

Вильгельм Гофмейстер жил в прошлом веке в Лейпциге и был любителем-натуралистом. Вообще-то, он занимался книготорговлей, как его отец и дед, но свободное время любил проводить за микроскопом. Было у человека, как мы сказали бы сегодня, вот такое хобби. Он знал: живые организмы состоят из клеток, и в каждой есть по ядру. А заинтересовался он тем, о чем еще не ведал никто: что происходит внутри ядра, особенно в момент деления клетки? Сделать зримым ее содержимое он мог лишь с помощью красителей. Но они убивали клетку, и о ее делении уже не могло быть речи.

Тогда Гофмейстер придумал: он увидит все от начала до конца, если соберет в строгой последовательности комплект отдельных неподвижных картин этого процесса (так художники-мультипликаторы с помощью множества изображений заставляют двигаться по киноэкрану рисованных человечков). Любознательный натуралист был вознагражден за свою изобретательность. Вот что поведала ему большая коллекция препаратов, каждый из которых представлял собой мгновение, выхваченное из жизни клетки.

Внутри ядра обнаружились тоненькие вытянутые тельца — нити. В момент деления «материнской обители» все они распадались на две равные части и расходились по двум новым ядрам, которые образовывались в дочерних клетках. Он увидел это первым.

В 1848 г. сообщение о поразительном открытии было опубликовано. Внутриядерные нити назвали хромосомами (цветными тельцами) за их способность хорошо окрашиваться в отличие от окружающей студенистой протоплазмы.

Ученые не сразу по достоинству оценили открытие Гофмейстера (как, впрочем, и он сам). Только через 35 лет немецкий биолог Вильгельм Ру понял, что механизм деления клетки, обнаруженный любителем-натуралистом, универсален для всего живого.

Но до этого в биологии произошло другое не менее важное событие. По стечению обстоятельств тоже в Германии, хотя при участии швейцарца.

Фридрих Мишер был от природы наделен пытливым умом. К тому же тот факт, что ему посчастливилось специализироваться в одной из самых известных немецких биохимических лабораторий, обязывал его, как он считал, работать с особым усердием. Мишер отдавал делу буквально все силы. Кстати сказать, впоследствии именно эта одержимость и погубила ученого. Он умер, подорвав здоровье непомерной исследовательской работой. Но в молодости судьба, несомненно, по достоинству оценила его усилия.

Мишер работал с ядрами, выделенными из клеток, и в 1868 г. получил совершенно не знакомое химикам вещество. Он открыл принципиально новый класс органических соединений, которые содержали углерод, фосфор и азот. Кроме того, эти соединения обладали кислотными свойствами. Ядро клетки по-латыни «нуклеус». Вот Мишер и назвал свое детище нуклеином, то есть выделенным из ядра.

Так людям стало известно о существовании в живой клетке нуклеиновой кислоты. Впрочем, долгое, очень долгое время это одно из ценнейших знаний, которые когда-либо обретала наука, оставалось уделом лишь узкого круга специалистов. Да и те в течение многих лет не могли по-настоящему оценить открытия — никто не понимал, какую биологическую роль играют нуклеиновые кислоты в живой клетке и вообще зачем они ей.

Знания о наличии в клетке хромосом и нуклеиновых кислот лежали буквально рядом, подобно огниву и кремню: приди они в соприкосновение, и высеченная искра уже тогда ярко осветила бы механизм наследственности. Так оно в конце концов и произошло. Но, увы, до появления этой «искры» должны были пройти десятилетия.

О нуклеиновых кислотах не вспомнили даже тогда, когда в 1872 г. русский ботаник, профессор Московского университета Иван Дорофеевич Чистяков совершенно самостоятельно повторил открытие Гофмейстера, то есть вторично открыл хромосомы.

Как выяснилось, во всех клеточных ядрах не только одного организма, но и целого вида содержится строго постоянное число хромосом. Скажем, у кукурузы — 20, у твердой пшеницы — 28, у мягкой — 42, у лосося — 60 (позже установили, что у человека их 46). Причем отнюдь не количеством хромосом определялась высота эволюционной ступеньки, занимаемая видом, а чем-то другим, у сазана, например, их оказалось больше сотни, у некоторых раков — около трехсот.

Вильгельм Ру установил: каждая хромосома делится продольно и все половинки отходят к противоположным полюсам будущих дочерних клеток. Из этого он сделал прозорливый вывод: хромосомы содержат нечто наиважнейшее для жизнедеятельности организмов, и это «нечто» расположено по длине нитевидных телец (иначе зачем бы им было делиться продольно?).

К концу прошлого века вслед за Ру у многих биологов начало складываться представление, что именно в хромосомах, в постоянстве их числа и кроется неповторимая индивидуальность каждого организма внутри биологического вида.

Было также обнаружено, что все хромосомные наборы (за редким исключением) четны. Только в зародышевых клетках, вырабатываемых половыми органами, число хромосом вдвое меньше. Однако при слиянии отцовской и материнской половых клеток, дающих жизнь новой клетке, «стандартный» набор хромосом восстанавливается. Из чего следовало, что родители в передаче наследственности своему потомству играют одинаковую роль, а «стандартный» набор состоит из пар, в каждой из которых одна хромосома получена от матери, а другая — от отца.

И вот на основе всего этого выдающийся немецкий зоолог Август Вейсман, тоже изучавший процесс клеточного деления, пришел к мысли, что строение хромосом должно быть членистым, как бы собранным из мелких кусочков — носителей наследственности предков того или иного организма.

Нет, это еще не было законченной теорией, скорее рабочей гипотезой, великая ценность которой состояла в том, что она направила в определенное русло как мышление ряда биологов, так и их исследования.

Лишь в начале нашего века материальный носитель наследственности получил обозначение, от которого впоследствии произошло и название науки о наследственности — «генетика». «Свойства организмов,— написал датский ученый Вильгельм Иоганнсен,— обусловливаются особыми, при известных обстоятельствах отделимыми друг от друга и в силу этого до известной степени самостоятельными единицами или элементами в половых клетках, которые мы называем генами... Не являются ли они химическими образованиями? Об этом мы пока не знаем решительно ничего».

Поразительно, это писалось спустя три с лишним десятилетия после открытия нуклеиновых кислот. Что это? Разобщенность биологии и биохимии? Или проявление той слепоты, которая так часто мешает науке видеть общее в явлениях, кажущихся разнородными?

Между тем гену уже недолго было оставаться «где-то». Его местонахождение вскоре было «найдено» талантливым американским биологом Томасом Гентом Морганом. Он, экспериментируя с плодовыми мушками-дрозофилами (величиной с мелкого муравья), доказал, что генами следует считать участки хромосом (чем подтвердил догадку Вейсмана). Но о нуклеиновых кислотах и он не вспомнил.

Лишь в 1914 г. русский исследователь А. Шепотьев впервые высказал предположение об участии нуклеиновых кислот в передаче наследственности. Но биологи посчитали это чистейшим вымыслом. Ни у кого в то время не вызывало сомнения, что главное во всех живых организмах — белки и что природа вряд ли стала бы поручать кому-то другому столь ответственное дело, как передачу потомству фамильных ценностей.

Должна была пройти еще треть века, прежде чем (это произошло в конце 40-х гг.) работы по нуклеиновым кислотам приковали наконец к себе внимание и стали сенсационными. Сначала установили, что и в мужской и в женской половых клетках содержится совершенно равное количество нуклеиновой кислоты, хотя, скажем, икринку кеты видно невооруженным глазом, а сперматозоид из молоки ее партнера разглядишь не во всякий микроскоп.

И еще. Как известно, вирус бактериофаг — пожиратель бактерий. Действует он хитро: впрыскивает в нее своим хоботком какое-то вещество. Через некоторое время за «крепостной стеной», внутри бактерии, наготове уже целая ватага фагов — точных копий агрессора. Химики установили: троянский конь фага — его нуклеиновая кислота.

Как выяснилось, и для фауны, и для флоры нуклеиновая кислота однотипна. У одуванчика и у человека она состоит из тех же атомов углерода, кислорода, водорода, азота и фосфора. Здесь всего несколько типов кирпичиков: аденин, гуанин, цитозин, тимин, урацил. Все нуклеиновые кислоты — вариации этих несложных азотистых оснований, соединенных в разной последовательности. Единый материал — общие для всех законы наследственности.

Только теперь было осознано, что в возникновении жизни роль нуклеиновых кислот не меньшая (по крайней мере), чем роль белков, что выяснение «с чего началось— с обмена веществ или с тиражирования?» сродни давнему спору о яйце и курице.

Хромосома оказалась состоящей из нуклеиновой кислоты и белка. Это был длинный ряд звеньев, каждое из которых тоже представляло собой автономную цепочку. Природа демонстрирует здесь гениальную изобретательность, умудряясь из ограниченного числа кирпичиков создавать бесчисленное множество непохожих друг на друга вариаций. В каждой хромосоме, в этом гигантском полимере, не менее 10 тыс. молекул нуклеиновой кислоты, а последние построены из 20 тыс. звеньев-нуклеотидов, то есть азотистых оснований, сооружение которых, в свою очередь, вполне возможно из неорганического вещества.

К тому времени когда это выяснилось, биохимики уже понимали, что и вся другая органика, входящая в живую клетку — углеводы, жироподобные и другие вещества,— тоже может быть синтезирована из простого материала небиологического происхождения.

Итак, круг замкнулся. Макромолекулы, составляющие все живое, сложены из незатейливых кирпичиков, производство которых было, по-видимому, делом незатруднительным в условиях юной Земли.

Оставалось только это проверить. Для начала — в лаборатории.

Производству, хотя бы и экспериментальному, необходимо сырье (лучше недефицитное и в избытке), энергия (тоже желательно в доступной форме) и оборудование. Но первым делом ему нужна, конечно, идея. Родилась она следующим образом.

...Раскаленная Земля остывала. Вулканы извергали клубы пара и горячие газы. Много водорода не могло быть. Он хоть и наиболее распространен во Вселенной, но очень легок, и потому выметался солнечным ветром с планет земного типа. Однако какая-то часть водорода все-таки успевала соединиться с углеродом и азотом, образуя метан и аммиак — наиболее реальное сырье для дальнейшего синтеза органики. Метан — атом углерода в окружении четырех атомов водорода, а аммиак— атом азота с присоединенными тремя атомами водорода. Без такого минимума немыслимы предбиоло-гические соединения — будущие кирпичики белков и нуклеиновых кислот. Следовательно, первичная атмосфера Земли должна была состоять из свежих вулканических газов, метана, аммиака и воды. Свободного кислорода не было — он, окислив, разрушил бы простую органику, сырье для построения живого исчезло бы. К тому же он при нагреве всегда стремится соединиться с водородом, отчего вместо органики образуется вода. Кислород очень агрессивен. В атмосфере он стал накапливаться позже, с появлением биологических источников.

Энергия? Ее в первичной атмосфере было достаточно: тяжелое облачное небо, гремят грозы, сверкают молнии. Ливни образовали океаны. С ними же в него нападала «наработанная» в атмосфере первичная органика. Зрел «бульон».

Так или примерно так рассуждал американский физик, нобелевский лауреат Гарольд Юри, пытаясь смоделировать предбиологические глобальные события на поверхности юной Земли. Он исповедовал теорию сжатия, хотя к середине нашего века уже высказывались серьезные сомнения в ее справедливости. Юри этих сомнений не разделял. Отсюда в его модели остывающая планета, пролившийся с небес океан воды и все такое прочее.

Вместе со своим учеником Стенли Миллером он задумал провести серию экспериментов, которые должны были выяснить вот что. Могли ли источники энергии, имевшиеся на первобытной Земле, обеспечить синтез каких-нибудь органических соединений из газов, содержавшнхся (предположительно) в тогдашней примитивной; атмосфере?

Так в их чикагской лаборатории в 1953 г. появилось необычное сооружение из прозрачного стекла: две колбы (одна с впаянными электродами) и тонкие трубки с кранами. Все соединено в замкнутую герметичную систему, где газы по желанию экспериментаторов могут свободно циркулировать.

Не без волнения начали ученые свой первый опыт. В нижнюю колбу налили воды. Трубки заполнили смесью водорода, метана и аммиака. Подогрели. Поднимающийся пар погнал смесь в колбу с электродами. Последовал электрический разряд напряжением 60 тыс. вольт. «Молния» пронизала нагретые газы. Пауза. Повтор всего цикла: нагрев, движение газов, вспышка в разрядной камере.

Через неделю на электродах был замечен светло-коричневый налет, вода в «океане» (в нижней колбе), куда стекало все, что образовывалось в разрядной камере, стала желтой.

Анализ: в воде появились органические соединения — альдегиды, муравьиная, уксусная, молочная кислоты и... аминокислоты! Целый набор аминокислот!

Изменены условия эксперимента — иной состав газовой смеси, сила и продолжительность разрядов. Результат схожий: синтез простой органики и аминокислот.

Это была сенсация! Она прокатилась по биохимическим лабораториям мира подобно сейсмической волне.

Но не ошиблись ли Миллер и Юри? Была ли обеспечена чистота опыта? Не попали ли аминокислоты в «океан» извне? Десятки вопросов. Восторг оптимистов. Сомнения -скептиков.

Эксперименты американцев повторяли и повторяли Результаты получались сходными. Нет, в Чикаго не ошиблись, аминокислоты там были свежеиспеченными, не подложными.

Тогда, уверовав в успех Миллера и Юри, в лабораториях разных стран стали варьировать условия эксперимента. Хотелось узнать многое. Можно ли менять состав «атмосферы»? Так же ли хорошо работают другие источники энергии? Какими должны быть температура и давление?..

Уменьшение в газовой смеси содержания водорода увеличило выход аминокислот. Но их вообще не получили, когда оставили только углекислый газ, азот и воду. Картина резко изменилась в лучшую сторону с заменой метана на более сложное соединение углерода с водородом — этан. Если же добавляли кислород, то он разлагал метан и аммиак. Синтез органики снова начинался только после того, как в трубках иссякал запас кислорода.

Сильно нагретую смесь газов пропускали через раскаленный кварцевый песок. Он действовал как катализатор— количество аминокислот увеличивалось.

Меняли источники энергии. Сильное ультрафиолетовое воздействие работало в специальных камерах ничуть не хуже, чем у Миллера разряды «молний». Близкие результаты давали бета- и гамма-излучения.

В конце концов все это убедило. Да, аминокислоты могли синтезироваться в смоделированной Юри и Миллером примитивной атмосфере Земли.

Такой же вывод созрел и в отношении другой органики. Для синтеза нуклеиновых кислот требуются сахара, фосфаты и азотистые основания. Сахара в несколько этапов образуются из формальдегида (бесцветного газа с резким запахом). Пять молекул убийственного яда — синильной кислоты — способны породить молекулу аде-нина (основание). В ходе этой же реакции на промежуточной стадии может появиться и другое основание — гуанин. А присоединение аденина к одному из Сахаров (рибозе) дает аденозин — полуфабрикат для производства молекул, служащих у всех живых клеток источником энергии,— аденозинтрифосфата (АТФ).

Преуспев в лабораторном синтезе этой органики, исследователи, понятно, не могли остановиться на полпути. Их уже волновала возможность экспериментального синтеза биологических полимеров в условиях, приближенных к тем, что существовали (по модели Юри) на поверхности юной Земли.

Небиологическое сочленение друг с другом кирпичиков нуклеиновой кислоты удалось при нагревании их в присутствии полифосфатов.

Однако серьезные трудности появились при попытках синтезировать белок в «океане». Дело вот в чем. Связывание аминокислот друг с другом сопровождается отщеплением воды от соединяющихся концов. Но вокруг «океан» воды, и она мешает этому процессу. ,. В лабораторных реакциях затруднение удавалось преодолевать несколькими способами. Скажем, действием цианоацетилена, который получали, пропуская электрический разряд через смесь, содержащую все ту же синильную кислоту. Ведь так же могла действовать в процессах предбиологической полимеризации энергия молний. Кроме того, существовали же способы просто уменьшить количество воды в непосредственной близости от полимеризующихся соединений. Самый простой — испарение. Мелководье вдоль окраин морей при нагревании солнцем должно было еще больше мелеть, отчего «питательный бульон» концентрировался бы. Правда, здесь очень мешала летучесть главных предшественников биомолекул — синильной кислоты, формальдегида, аммиака. Их бурное испарение при нагреве лишало бы все «производство» исходного сырья.

Но, как выяснилось, концентрировать предбиологи-ческие соединения можно и на мокрой глине. Органика хорошо адсорбируется на ее поверхности. Силикатные частички глины, разделенные пленками воды, имеют огромную поверхность для синтеза и могут как катализаторы ускорять его течение. В лабораторных опытах это удавалось. Получали белковоподобные цепочки, содержащие десятки аминокислот.

А вот еще один способ — высушивание. В одной из американских лабораторий соорудили из сухих смесей аминокислот при температуре 130°С тоже довольно длинную цепочку. Разве не могло быть так, спрашивал автор эксперимента, что образовавшиеся в океане аминокислоты выплескивались волнами на скалы или на горячий вулканический пепел, где они высыхали, полимеризовались от нагревания и затем их смывало обратно в океан?

Когда белковоподобные цепочки, полученные высушиванием, стали нагревать в концентрированном водном растворе до 130—180° С, то происходило самопроизвольное их сворачивание в микроскопические сферы, у которых возникал уплотненный внешний слой, напоминающий оболочку клетки. Эти микросферы даже росли за счет органики из раствора.

А в Институте молекулярной биологии АН СССР обнаружили вообще нечто фантастическое. Там экспериментировали с молекулой нуклеиновой кислоты, собирающей заготовки для белков. Ее, действуя ферментами, «разрезали» на несколько крупных частей. Каждая из них, Взятая отдельно, теряла способность связывать соответствующую аминокислоту. Когда же фрагменты смешали, то смесь стала хорошо «узнавать» свою аминокислоту. Иными словами, в смеси происходила частичная самосборка фрагментов нуклеиновой кислоты.

Больше того, сегодня науке известна и полная самосборка биологических объектов у некоторых вирусов. Их разъединяли на белок и нуклеиновую кислоту. Затем все снова смешивали. И происходило полное восстановление исходных вирусов. Причем каждый раз сборка прекращалась именно в тот момент, когда к нити нуклеиновой кислоты присоединялось положенное для этого вируса количество белковых единиц.

Еще более сложная самосборка выявлена в лаборатории академика А. С. Спирина. Здесь «демонтировали» рибосомы — молекулярные фабрики синтеза белка в живой клетке. В соответствующих условиях из смеси фрагментов самовосстанавливались полноценные рибосомы... В общем, и с образованием полимеров, и даже с самосборкой биообъектов в предполагаемых условиях первичной Земли вроде бы не обнаружилось непреодолимых проблем. Все получилось, как говорится, лучше некуда. Не хватало только второго Геккеля, который произнес бы какую-нибудь историческую фразу о том, как недалеко время, когда «закопошится» все, что с таким хитроумием и старательностью насинтезировали в лабораторных колбах.

Но вместо этого кто-то истолок кусок базальта — самой древней на Земле горной породы, которая «помнила» состав атмосферы в тот счастливый для всех нас момент, когда Земля почувствовала себя настоящей планетой. Истолок, нагрел, проанализировал выделившиеся газы и установил, что перед ним главным образом пары воды, углекислота и азот, водорода и метана ничтожно мало, аммиака нет вообще. Но ведь это же отражение состава древней атмосферы! Выходит, она не располагала всем необходимым для производства органики.

Стройное сооружение предбиологического синтеза, с таким трудом возведенное несколькими поколениями биохимиков, зашаталось, стало оседать и разваливаться буквально на глазах. Здесь уместно было вспомнить слова соратника Дарвина, английского биолога Томаса Гексли: «Великая трагедия науки — уничтожение прекрасной гипотезы безобразным фактом».

А дальше вообще все пошло юзом, что называется, одно к одному. Как выяснилось, светимость Солнца в те совсем далекие времена была на 20—30 процентов ниже современной (некоторые ученые утверждают, что даже на все 60 процентов). А это сразу ведет к очень неприятной для биохимиков ситуации — на поверхности Земли тогда должны были царить отрицательные температуры, Мороз вместо жары? Лед вместо горячего «бульона»? Какой же в таких условиях синтез органики!

Впрочем, это еще было не самое неприятное. Выход из «студеного тупика» подсказал сам же углекислый газ, доминировавший в новой гипотетической первичной атмосфере. Он мог создавать на Земле парниковый эффект. Тут суть в приходе и расходе энергии. Получает ее Земля от Солнца главным образом в ультрафиолетовой и видимой частях спектра. А отражает в космическое пространство инфракрасное (тепловое) излучение. Углекислый газ же почти прозрачен для приходящих от Солнца лучей, но, подобно экрану, отбрасывает назад значительную часть тепловой энергии. Она нагревает поверхность планеты и атмосферу.

Этот «парник» отчасти спасал положение. Но лишь отчасти, так как не меньшая угроза обнаружилась со стороны кислорода. Он образовывался в атмосфере, как установили геофизики, при разложении паров воды под действием света. Причем, согласно расчетам, образовывался активно и в количестве весьма значительном. Но в присутствии кислорода первичная органика не могла бы долго сохраняться.

Мало того, ультрафиолетовое излучение, которому экспериментаторы отводили важную роль в образовании первичной органики, на поверку оказалось безжалостным разрушителем более сложных биомолекул. Так что немногие из них достигли бы поверхности доисторического океана. Ведь озонового щита, берегущего ныне все живое от этой угрозы, еще не существовало. Потому-то и опаринский «бульон» получился бы крайне жидким. Как же в таком усложняться органическим соединениям?

Выходит, что-то опять было не так с представлениями биохимиков (а может, геохимиков, геологов, планетологов?) о возникновении жизни на Земле.

Попыткой найти выход из странной ситуации, обретавшей черты порочного круга, и стали памятные экспедиции дальневосточного вулканолога Мархинина к кратерам Тяти и Толбачика. И на сей раз тоже сначала была идея, в принципе довольно простая.

«Процессы вулканизации добиологической эпохи и настоящего времени аналогичны» — вот отправная точка у Мархинина. Он увидел в современном извергающемся вулкане, вернее, в основании его пеплогазовой колонны, уходящей иногда на сотни метров в глубь жерла, природный реактор, в котором происходит (а значит, происходило всегда) образование биологически важных молекул. Сырьем этот реактор обеспечен в избытке. Согласно многочисленным анализам, через него проходит колоссальная масса водяного пара, водорода, метана, угарного, углекислого и сернистого газов, азота, аммиака, хлора. Об энергии и говорить нечего. В глубине вулканического жерла температура более тысячи градусов. Частички пепла постоянно трутся друг о друга, происходит сильная их электризация. Отсюда частые вспышки разрядов. Наконец, стены «реактора» выложе-! ны горными породами, содержащими силикаты, которые могут служить катализаторами химических реакций. Все это напоминает тот лабораторный эксперимент, где газовую смесь прокачивали через раскаленный кварцевый песок и получали сложную органику.

«Почему в вулканическом реакторе нельзя получить то же самое?» — спрашивал себя ученый.

Кислород? Мархинин пришел к выводу, что в пепло-газовых столбах условия для предбиологического синтеза вполне подходящие независимо от того, в какой атмосфере— кислородной или бескислородной — происходит извержение. Часть окисного железа, содержащегося в вулканических бомбах, будучи в раскаленном состоянии и захватывая кислород, превращалась в закисное. Благодаря этому внутри вулканического «реактора» разрушающее окисление не угрожало органическим соединениям.

Когда началось извержение Тяти на Кунашире, у Мархинина появилась, как он считал, реальная возможность проверить справедливость своих теоретических выкладок. И он поспешил не упустить такой случай. На Толбачике ему повезло еще больше — удалось взять пробы не только пепла и газов из фумарол, но также пробы газов непосредственно из расплавленной, вытекающей из кратера лавы.

Тончайшие анализы проб, сделанные на Сахалине, а также в лучших лабораториях Москвы, Ленинграда, Хабаровска, вполне оправдали ожидания Мархинина. Газ в основном состоял из пара, водорода, углекислого газа, метана и азота. Немного было аммиака и кислорода. А в пепле и вулканических бомбах обнаружились свободные и связанные аминокислоты, соединения, близкие по составу к кирпичикам нуклеиновых кислот, углеводы, углеводороды и другие органические соединения. Тогда же, в начале 70-х гг., сторонники идеи вулканического происхождения протобионтов нашлись и среди сотрудников Института космических исследований АН СССР. Оттуда тоже направили экспедицию к дальневосточным вулканам. И тут газовые пробы не оказались разочаровывающими. В них обнаружили синильную кислоту, ставшую уже классическим сырьем для синтеза сложной органики и родником оптимизма биохимиков.

Но, несмотря на столь, казалось бы, убедительное подтверждение справедливости оригинальной идеи, признание ее, увы, явно запаздывало. Во всяком случае, критика опережала. Придирчивые специалисты говорили о ее существенных изъянах.

Прежде всего о том, что вулканические извержения эпизодичны. Отчего первичный питательный «бульон» был бы неприемлемо разбавленным. В самом деле, активность вулканов, как известно, непродолжительна. Отгремев, они затихают надолго, а то и насовсем. Одновременно действующие вулканы, как правило, находятся в тысячах километров друг от друга. Поэтому те десятки тонн органики (главный козырь Мархинина), которые вулканы нарабатывают за время извержения, не должны завораживать. Здесь изобилие кажущееся. Органика рассеивается по огромному пространству. И уже из-зз одного этого не обеспечивается хотя бы относительное постоянство среды, без которого не могла возникнуть жизнь. Ее низкомолекулярные органические предшественники должны были находиться в очень концентрированном состоянии, чтобы образовались биополимеры. И последних тоже должно быть достаточно много при объединении в коацерваты или сферы. 1 Наконец, сами коацерватные капли тоже не в состоянии эволюционировать в растворе, слабо насыщенном питательными веществами. Даже начавшись, процесс биосинтеза в таких условиях волей-неволей угаснет.

Проблема концентрации органики рстается и в том случае, если место действия ее синтеза перенести на влажные глины высохших небольших бассейнов или на склоны, покрытые вулканическим пеплом.

Так что Одно даже очень мощное извержение вулкана не в состоянии обеспечить всем необходимым многоступенчатый процесс биосинтеза и функционирования предклетки. Но разве нужный материал не может накапливаться от извержения к извержению?

Тут надо учесть губительное действие внешней среды. Даже достаточно обильная органика, произведенная одним извержением вулкана, долго не сохранится. Ведь связывание свободного кислорода окисью железа происходит главным образом лишь в пределах жерла реактора. В атмосфере кислород по-прежнему остается и, значит, способен быстро окислить ждущую пополнения органику. Если что-то от нее и останется, то разложение при отсутствии озонового экрана довершит ультрафиолетовая радиация Солнца и жесткое космическое излучение.

А самое главное заключается вот в чем. Таких вулканов с такой лавой, из которых брали вполне убедительные пробы экспедиции Мархинина и сотрудники Института космических исследований АН СССР, попросту не существовало на добиологической поверхности юной Земли. В помине не было. Да и не могло быть.

Чтобы понять это, нам надо как бы пересесть в другой поезд. В тот, что движется по геологической колее. Приведет ли она на магистральный путь, где благополучно могут сойтись современные дороги геологов, биохимиков, генетиков и эволюционистов? Это волнует сегодня весь ученый мир.

СОЙДУТСЯ ЛИ КОЛЕИ!

Тогда, в 70-х гг., в воздухе носились и другие, причастные к нашей теме идеи. Правда, их еще никто не связывал с проблемой происхождения жизни на Земле, поскольку относились они прежде всего к теоретической геологии. Но теперь ясно, что проникновение их в другие области науки было вопросом времени.

Дело в том, что теория сжатия, долгое время считавшаяся почти идеальной, потерпела крушение. Ее несостоятельность стала очевидной, а «смена вех» в науках о Земле—неизбежной. Вопрос заключался главным образом в том, что это будет за смена. Вот тут решающую роль сыграли удивительнейшие открытия на дне океанов. А сами новые взгляды зрели, конечно, давно.

Еще в конце прошлого столетия в качестве антипода теории сжатия родилось направление, названное моби-лизмом. А спустя примерно четверть века мобилизм под пером немецкого исследователя Альфреда Вегенера обрел вид стройной гипотезы, в основе которой лежала идея перемещения континентов по поверхности Земли. Только она в сочетании с идеей дрейфа полюсов была, по мнению Вегенера, способна дать удовлетворительное объяснение извечной изменчивости облика нашей планеты.

Современники Вегенера по-разному отнеслись к гипотезе. Поначалу она воспринималась даже не фантастической, скорее фантазерской. Как представить себе материки, с их необъятными пространствами и многокилометровой толщей горных пород, плывущими по поверхности планеты! Но такова была лишь первая реакция— бунт эмоций. Он заметно гас, когда сравнивали толщу континентов с объемами всей Земли. Получалось нечто подобное тонкой кожуре на большом яблоке. Вообразить перемещение такой «пленки» уже не составляло труда.

С помощью многочисленных палеоклиматических, палеонтологических и геологических свидетельств родства ныне разрозненных участков сущи Вегенеру удалось показать, что материки обязательно должны перемещаться. Причем в универсальности и стройности доводов ему нельзя было отказать. Гигантские трещины дробили континенты. Раздвигаясь, они образовывали океаны. Окраины материков сминались, когда отколотые глыбы сталкивались между собой. Встреча Индостана, отчлененного в свое время от Африки, с Азией породила высочайшие хребты Гималаев. А сближение Африки и Европы воздвигло Альпы.

Наиболее тонкие окраины материков — их шельфы, залитые мелководьем,— вот материал, пошедший на строительство многих гор на Земле. Потому-то так часто на всевозможных кряжах, даже вдали от больших акваторий, встречаются горные породы морского происхождения.

Такому течению событий, по убеждению Вегенера, самой сути их противна какая-либо завершенность, поскольку раскалывание суши продолжается до сих пор. Крупные трещины рассекают почти всю Восточную Африку, а идеально параллельные берега Красного моря наводят на мысль о том, что они сравнительно недавно были отторгнуты друг от друга.

Да, это убеждало. Во всяком случае, наводило на размышления. А вот построить надежный механизм дрейфа континентов Вегенеру не удалось. Ему представлялось, что материки перемещаются под действием центробежных сил и «пропахивают» пластичную базальтовую оболочку планеты.

Здесь ближе к истине оказался один из его предшественников — английский физик, преподобный Осмонд Фишер. В своей книге он решительно отверг популярную в его время теорию сжатия и предложил свою схему процессов, происходящих в недрах Земли.

Его удивило, что в Исландии преимущественно базальтовые вулканы (не гранитные, именно базальтовые), а для большинства тамошних трещин коры характерно растяжение. Это навело его вот на какую мысль: Атлантическое плато (срединно-океанические хребты еще не были известны) — как бы подводное продолжение Исландии. Из чего следовало, что оно тоже, по-видимому, разбито растягивающими трещинами, через которые должна выходить жидкая магма.

И еще ученый много размышлял о происхождении очагов землетрясений, отмечаемых почти по всему побережью Тихого океана. Пример Японии привел его к неожиданному заключению: там все происходит так, будто океанское дно опускается под острова. Вот причина землетрясений!

А что заставляет опускаться дно? Догадка Фишера: в магме под корой движутся конвективные потоки (как в нагревающейся жидкости). Они поднимаются вверх вдоль осей срединных океанских плато и, извергая базальтовую лаву, формируют новую кору (как в Исландии). Охлажденные же, отяжелевшие породы словно бы проваливаются в свое прежнее лоно, вызывая в обширных зонах землетрясения (как на окраинах Тихого океана).

Эта гипотеза, дерзко смещавшая центр геологической активности с материков в океаны, долго оставалась почти незамеченной. Считали, что она не имеет научного обоснования и вообще не гипотеза в общепринято смысле, а просто домысел. Между тем это была истинно гениальная догадка.

К счастью, жертвой полного забвения она не стала. О ней вспомнил Артур Холмс — профессор Эдинбургского университета в Шотландии, человек, которого отличал крепкий иммунитет против гипнотического действия авторитетов. А вспомнил в связи с открытием радиоактивности и делящихся элементов. Он решил развить гипотезу, так как у нее, по мнению Холмса, появилась физическая основа. То, что именно он этим занялся, тоже не случайно.

Холмс — один из видных ученых Англии первой половины нашего века — добился признания своей уникальной работой, положившей начало радиоактивному определению продолжительности геологических периодов. Так что радиоактивность — не побочная тема для его научных интересов.

Он заинтересовался также идеей тепловых течений в: мантии Земли (тепловой конвекцией). О них в геологическом мире начали говорить чуть ли не с середины прошлого века как об одной из причин подвижности коры нашей планеты. Правда, тогда речь шла лишь о подвижности вертикальной—подъеме и опускании отдельных блоков суши, образовании гор. Но что может приводить в действие такие течения? Вопрос оставался без ответа. Холмс попытался с ним справиться.

В принципе он был сторонником мобилизма. Его привлекала динамичность этой гипотезы. Но не устраивал вегенеровский механизм дрейфа континентов, пропахивающих дно океана и плывущих по базальтовому «морю». Способ перемещения материков представляется Холмсу иным.

В конце 20-х гг. он окончательно пришел к мысли, что в мантии Земли вполне возможны течения твердого разогретого вещества. Именно твердого, но достаточно пластичного. Расчеты давали такую вязкость мантийных пород, которая этому не препятствовала. Правда, в них сравнительно мало радиоактивных элементов. Но из-за низкой теплопроводности земной коры даже медленно накапливающееся под ней тепло способно было, по мнению Холмса, в конце концов размягчить большие участки верхней мантии.

Вот как он представлял себе дальнейшую работу конвективных течений. Оказавшись, допустим, под материком, они расходятся в разные стороны и силой своего (уже горизонтального) движения разрывают этот участок суши надвое. Впоследствии это явление стали называть спредингом. В расширяющейся трещине образуется акватория — будущий океан. Сюда же выдавливается остывающая магма, из которой начинают формироваться океанское дно и конусы островов. Так будет происходить до тех пор, пока не утихнет восходящий ток. Здесь создается новая кора и выделяется избыточный жар верхней мантии.

Тем временем расходящиеся потоки продолжают растаскивать глыбы расколотого материка. Рано или поздно каждая ветвь течений, существенно охладившись, повернет вниз и потянет за собой подошву континентальной массы. Сам материк не сможет погрузиться, он сложен из более легких пород по сравнению с верхней мантией. Однако, испытав сжатие, станет коробиться, сминаться в складки высоких гор. В местах нисходящих течений океанское дно опускается, там возникают глубоководные желоба — те, что окаймляют большую часть побережья Тихого океана. Материал, погружающийся здесь в недра мантии, постепенно нагревается и частично плавится, образуя магматические бассейны, которые питают те потоки базальта, что прорываются вулканами на континентах.

Да, эта гипотеза существенно дополняла вегенеров-ский мобилизм. Но появилась в те годы, когда его популярность пошла на убыль из-за отсутствия... (ирония судьбы!) именно хорошо разработанной теории механизма дрейфа. По существу, идея Холмса не была ни Отвергнута, ни признана. Ее могла бы ожидать участь незаслуженно забытой. Но спустя несколько десятилетий ее вернули к жизни события, буквально перевернувшие все прежние представления о дне Мирового океана.

Почти до середины нашего века океанское дно пред-ставлялось ученым более или менее спокойным и ровным, подобным глубокой, выглаженной изнутри чаше. Они полагали, что образование обширных горных цепей и другие важные геологические процессы происходят исключительно на материках. В океане же возможно появление только отдельных гор и небольших хребтов, поднимающихся над поверхностью воды разрозненными островами и архипелагами. Однако были и такие ученые, которые понимали, сколь иллюзорны эти воззрения. Видный французский геолог Ж- Буркар в своей книге «Рельеф океанов и морей», вышедшей в конце 40-х гг., с сожален-ием писал: «Мы почти ничего не знаем о геологическом строении морского дна».

Серьезное и широкое изучение глубоководья началось в 50-х гг. Сначала совсем малочисленной группой океанографов разных стран. Открытия, сделанные ими, были настолько значительны, что немедленно вошли во все учебники. Важность сведений, полученных за короткое время, вполне сравнима с наследием эпохи великих географических открытий, когда глазам европейцев предстали новые континенты. На этот раз тоже были обнаружены обширные страны, только скрытые от глаз простого наблюдателя.

Давно сказано: «Океан — наше будущее». Но долгое время это выражение, подкрепленное скорее поэзией научной фантастики, чем действительными фактами, оставалось слишком общим. Теперь оно стало наполняться реальностью. Тут было чем загореться, было из-за чего торопиться с организацией новых экспедиций.

Раньше подводные исследования чаще всего ограничивались промерами глубин. Теперь наука ряда стран вышла на акватории Земли во всеоружии новой техники.

Именно это и принесло серию открытий. Как, впрочем, и множество загадок. Подводный мир очень долго оставался для человека чужой и даже враждебной средой.

Была обнаружена система узких глубоководных желобов. Вернее, несколько схожих систем, так как о многих из впадин знали и раньше. Теперь же стало ясно, что все они связаны между собой какой-то общностью.

Таких провалов на Земле насчитывается тридцать. Но большинство их находится в Тихом океане. Причем лишь некоторые располагаются особняком. Остальные же, разделенные небольшими перемычками, вытягиваются, словно продолжая друг друга.

Океанские желоба удивительно узки. Будто это какие-то провалы в земной коре.

Одна из систем желобов, начинаясь у Аляски, огибает Алеутские острова, Камчатку и Курилы, проходит близ Японии и завершается у Марианских островов уже в Микронезии. Она пересекает несколько климатических зон — чуть ли не от северного Полярного круга до экваториальной полосы.

Очень велика и другая тихоокеанская система желобов, окаймляющая побережье всей Центральной Америки и большей части Южной.

Но самое неожиданное — это то, что желоба в Тихом, Индийском, Атлантическом океанах в принципе схожи по своему строению. В поперечном разрезе каждый асимметричен и напоминает растянутую галочку, которой иной читатель, случается, помечает на полях книги заинтересовавшее его место. Крылья галочки спускаются уступами. Их части то приподняты, то опущены, как клавиши рояля. Дно — неширокое и, как правило, совершенно ровное.

Неизвестно почему их назвали желобами (наверное, оттого, что вытянуты и узки), но это настоящие бездны — наиболее глубокие на Земле. В связи с чем напрашиваются вот какие вопросы.

Средняя глубина океанского ложа — что-то около 5 км. А дно желобов часто опущено почти на 10 км. Разница в уровнях составляет 5 км. Предположим, что все желоба — просто прогибы земной коры. Однако почему эти прогибы уходят вниз именно на 5 км, а не на 2 или, допустим, на 14 км? Может, в том есть какая-то закономерность?

Кроме того, некоторые тихоокеанские бездны почти совсем не засыпаны осадочным материалом, а глубины в них громадные. Значит, вовсе не от великих нагрузок образовались столь резкие изгибы коры? А отчего?

Крайне загадочной штукой оказались океанские желоба. Главным же событием этого времени следует признать нечто еще более грандиозное.

...Чуть переваливаясь с борта на борт, зарываясь в атлантическую волну слабо приподнятым носом, «Вима» шла строго по параллели в направлении Африки. На первый взгляд небольшое судно могло показаться не очень-то пригодным для продолжительных океанских плаваний. В действительности это был исключительно надежный корабль — маневренный и безотказный, заслуженно пользующийся репутацией хорошего морехода.

Ёот он делает изящный разворот, резко меняет курс на южный, с тем чтобы через заданное число миль снова взять право руля (теперь на запад, в сторону американского берега) и опять пересечь Атлантический океан в двадцать шестой раз. Такой челночный маршрут уже вполне привычен для команды: «Вима» — океанографическое судно.

В то время вся научная эскадра мира не насчитывала и дюжины кораблей. Но каждый из них был неутомимым старателем, прославив себя не какими-то выдающимися кругосветными плаваниями, а регулярными экспедиционными рейсами, следовавшими почти без перерывов из года в год.

«Вима» принадлежала Ламонтской геологической обсерватории, ставившей своей ближайшей целью изучение дна Атлантики. Обсерватория была основана в 1949 г. на северо-востоке США, близ Нью-Йорка.

Очень скоро с «Вимы» обнаружили в океанском ложе нечто весьма значительное.

Тому способствовали два обстоятельства. Первое — оснащенность судна совершенным оборудованием. Особо чувствительные эхолоты-самописцы давали непрерывную линию рельефа морского дна по всему пути следования корабля. Причем ошибки таких промеров не превышали нескольких метров. И это на километровых глубинах! Кроме того, с борта «Вимы» часто делали сейсмическое зондирование дна, фотографировали отдельные его участки и даже извлекали образцы глубоководных осадков в виде длинных колонок, которые удавалось добыть специальными вибрирующими трубками, с силой внедряющимися в мягкий грунт.

Вторым обстоятельством было то, что возглавляли всю эту работу Морис Юинг (один из ведущих геофизиков США тех лет) и его ученик Брюс Хизен — молодой, но уже признанный специалист по морской геологии.

К изучению Атлантики эти люди относились как к естественному продолжению своих прежних научных занятий. Мориса Юинга всегда интересовало строение земной коры, он постоянно совершенствовал инструмент для ее познания (то есть методы регистрации землетрясений). Брюс Хизен ранее участвовал в прокладке трансатлантических телефонно-телеграфных кабелей.

«Вима» в двадцать шестой раз пересекала океан, и для исследователей все важнее становились детали рельефа, ибо предшествовавшие рейсы показали, до чего расплывчатыми были прежние представления о нем.

В первую очередь ученых интересовал Атлантический вал. Он тянулся вдоль всего океана с севера на юг и был, несомненно, параллелен противолежащим берегам Атлантики. Характерные выступы Западной Африки (севернее Гвинейского залива) и Южной Америки (бразильский массив) повторялись в нем почти с геометрической строгостью.

Но это был вовсе не вал — настоящий хребет с многочисленными кряжами, разделенными глубокими впадинами и долинами. Такое массивное сооружение имело ширину до тысячи километров — целая горная страна.

Хребет представлял собой непрерывные цепи скалистых возвышенностей с довольно крутыми склонами. Вершины поднимались над основанием более чем на 2 км и на столько же не доходили до поверхности океана. Лишь отдельные из них преодолевали всю толщу воды, вырываясь из морского плена хорошо известными островами — Ян-Майен, Исландия и Азорские (на севере), Святого Павла и Вознесения (у экватора), Тристан-да-Кунья и Буве (на юге).

В обе стороны от гребня расходились высокие расчлененные плато. Вершины гор здесь отстояли друг от друга на 20—30 км. А между ними пролегали широкие распадки.

Плато сменялось серией параллельных зон (опять-таки параллельных!) горного рельефа, из которых каждая, более удаленная от оси хребта, лежала на большей глубине, чем предыдущая. Иными словами, фланги центрального массива располагались как бы террасами и так спускались к краевым зонам предгорий.

Хребет был исключительно магматического происхождения. И нигде не замечалось какого-либо смятия в складки. Более того, поверхность гор гребня, местами вообще лишенного осадочных отложений, слагали коренные базальтовые породы.

Юинг с Хизеном пришли к мысли, что весь Срединно-Атлантический хребет (так они его стали называть) сравнительно молод.

Те памятные плавания «Вимы» 50-х гг. стали началом открытия глобальной системы срединно-океаничес-ких хребтов. Глобальной потому, что она, как оказалось, охватывает почти весь земной шар. Это скорее гигантская извилистая полоса горных стран, общая длина которой примерно 75 000 км.

Право же, эта прежде неведомая людям часть планеты стоит того, чтобы хотя бы просто окинуть взглядом ее всю.

Она начинается с хребта Гаккеля (открыт советскими исследователями), который зарождается неподалеку от шельфа моря Лаптевых и пересекает Ледовитый океан параллельно цепи арктических островов на всем их протяжении от Северной Земли до Шпицбергена. Здесь хребет еще сравнительно неширок, и срединным его можно назвать лишь условно, так как он делит полярный бассейн на неравные части.

Выйдя в Гренландское море, полоса гор через остров Ян-Майен и Исландию вырывается в Атлантику. Теперь она занимает несомненно осевое положение и становит: ся на удивление размашистой. Ее строение заметно усложняется. И сама зона гребня, и пространства по обе I его стороны отличаются сильно расчлененным и неспокойным рельефом. Установить его детали до крайности трудно: там, на дне — резкие перепады высот.

Был поставлен интересный эксперимент. Научно-исследовательские корабли «Петр Лебедев» и «Академик Сергей Вавилов» одновременно прошли Атлантику с севера на юг параллельными курсами на расстоянии нескольких миль друг от друга. Когда сравнили их эхолотные промеры, выяснились большие несовпадения записей. Это доказало, что перепады высот океанского дна принадлежат отдельным вершинам и грядам, а не валам, и что рельеф хребта заметно меняется не только поперек его простирания, но и вдоль. Высокие горы уступают место долинам, а за ними снова поднимаются вершины, иногда очень прихотливой формы.

Впоследствии вся эта горная страна будет воспроизведена на географических картах как бы поделенной в районе экватора надвое: на Северо-Атлантический и Южно-Атлантический хребты. В месте их сочленения — крутой изгиб возвышенной полосы.

Все дальше уходит могучий хребет на юг, чтобы, обогнув пологой дугой Африку, продолжиться в Индийском океане.

Тут хребет (открыт учеными ряда стран) тоже не совсем посредине акватории. Он почему-то несколько смещен к Мадагаскару. И по мере продвижения на север еще больше отклоняется от осевого положения. За Мальдивскими островами он поворачивает к Аденскому заливу и наконец упирается в Африканский континент.

Но до завершения всей глобальной системы еще далеко. Это кончается лишь одна из ее ветвей.

Другая направляется от Центрально-Индийского хребта на юго-восток. Преодолев новые тысячи километров, она оставляет позади широкий проход между Австралией и Антарктидой. А миновав Новую Зеландию, попадает в Тихий океан.

Опять хребет то растекается полосой в тысячу километров, то становится вдвое уже. Обширнейшей дугой охватывает весь юг великого океана, затем поворачивает к северу.

И на этот раз хребту (тоже открывали океанологи нескольких государств) не удается занять истинно срединного положения. Он заметно смещен в восточную часть бассейна и, наверное, потому, получил название; «Восточно-Тихоокеанское поднятие».

За островом Пасхи он сразу разворачивается вширь и опускается бее ниже. Особенно когда за экватором соединяется с плато Альбатрос, которым и заканчивается у Северной Америки. Следует упомянуть еще об ответвлении к берегам Чили.

Как видите, срединно-океанические хребты не то что опоясывают, а буквально оплетают нашу планету. Пространство, занимаемое ими, равно половине площади всех материков. Других подобных горных сооружений на Земле нет.

Кстати, это справедливо не только в отношении занимаемой площади, но и в более широком плане. Вся система срединных хребтов и по внешнему виду, и по происхождению отличается от континентальных горных цепей. Будучи порождением подводного вулканизма, она не похожа даже на те сухопутные возвышенности, что тоже сложены из пластов изверженной лавы и пепла.

6 сравнении со складчатыми кряжами и говорить нечего. Такие горы, как Памир или Кавказ, Юрские во Франции или Аппалачи в США, представляют собой

-смятые слои осадочных пород, общая толщина которых может быть и 8 и 15 км. Осадочных отложений подобной мощности не существует ни на поверхности, ни в недрах срединно-океанических хребтов.

На материках есть также горные системы, где все пласты сильно смещены. Таковы, например, Скалистые горы на западе США. Там большие глыбы земной коры, запрокинутые кверху вдоль линии крупного разлома, кажутся разбросанными и вздыбленными. И у этих сооружений мало общего с гигантами подводного царства.

По своему строению глобальная система срединно-океанических хребтов — совершенно самостоятельный и принципиально иной тип подвижных поясов Земли.

Глубоководным бурением установили возраст океанского ложа. Никаких неведомых геологам пород не обнаружили. Там постоянно встречались широко распространенные на материках известковоглинистые и кремнистые отложения, а близ подводных вулканов — туф. Все это показывало, что процессы образования осадочных пород едины для всей планеты. Но вот толщина осадочного чехла оказалась совершенно неожиданной. Она убывала по мере приближения к гребню срединного хребта и там сходила на нет. Точно так же убывал и возраст донных отложений. Лишь на значительном удалении от хребта (причем вполне симметрично, в обе стороны) находились отложения, образовавшиеся приблизительно 100 млн. лет назад. Еще дальше, совсем уж на окраинах океанов, попадались горные породы в 1,5 раза старше. Ничего древнее их в пробуренных скважинах не оказалось.

В океанской коре не обнаружили ничего похожего на гранитный слой. Его здесь просто не существует. Ниже осадочных пород (там, где они есть) начинается базальтовый фундамент. Правда, без резкого перехода. До некоторой глубины осадочные отложения еще чередуются с базальтами.

Сейсмическим зондированием удалось подтвердить» что существуют два типа земной коры (об этом говорил еще Вегенер) — океанская и континентальная. Толщина последней в среднем 35—40 км, в районах высоких гор — вдвое больше. Она трехслойная: внизу — наиболее плотные горные породы типа базальта, выше — гранитного типа, наконец — мощные осадочные пласты. Кора океанская значительно тоньше — всего 5—7 км. Гранитного слоя нет и в помине.

Так подтвердилось предположение, что на месте океанов никогда не было континентов и что рассказы об утонувших материках вроде Атлантиды — не более чем красивый миф.

Однако продолжим о срединно-океанических хребтах. Почти по всей их протяженности вдоль оси обнаружили глубокое ущелье. Прежде о нем не знали. Местами ущелье сужается километров до пятнадцати или становится вдвое шире. С боков его обрамляют высокие горные уступы. А дно лежит на большой глубине — от 3 до 4 км.

Оно нисколько не походит на глубоководные желоба. Те имеют дугообразную форму, а это вытянулось по прямой. У тех дно спокойное, здесь торчат скалистые пики и масса других неровностей.

Ущелье назвали рифтом, К нему приурочено множество несильных землетрясений, очаги которых находятся не глубже 20 км.

Кстати, рифты известны и на суше. Хотя, конечно, далеко не такой протяженности. Кто не слышал о Байкале! Это часть протяженной цепи опущенных блоков земной коры. Десятки миллионов лет назад здесь еще лежала большая всхолмленная равнина. Но затем ее рассекли продольные трещины, отчего и образовалась серия провалов. Самый большой из них стал байкальской впадиной — рифтом.

Его раздвижение продолжается и поныне. Чему, разумеется, сопутствуют землетрясения. Их очаги тоже чаще находятся не под окружающими горами, а под самой впадиной. Дело в том, что плоскости разломов, породивших провал, наклонно уходят под него, и именно там происходят смещения коры. Трещины достигают мантии Земли, по ним когда-то поднималась магма. Иными словами, рифт — это своеобразная медленно расширяющаяся расщелина, проникающая в недра планеты до ее подкоровых глубин.

Байкальский рифт — не единственный на материках. Впадина, по которой протекает Рейн, тоже рифт. В этой впадине уместились такие большие города, как Майнц, Мангейм, Страсбург, Фрайбург. По ее краям возвышаются со стороны ФРГ хребед Шварцвальда, а с французской— Вогезы. В этой ограниченной разломами сравнительно молодой долине с глубины поднимается повышенный поток тепла.

Но самая могучая система континентальных рифтов в босточной Африке. Она тянется от Красного моря и Аденского залива через территории тринадцати государств вплоть до низовий южной реки Замбези. Здесь расположились крупнейшие озера — Рудольф, Киву, Рук-ви, Танганьика, Ньяса. Конечно, это не щель в буквальном смысле слова («рифт» — по-английски щель). Таковой ее можно считать только на фоне широкого припод-нятбго пространства, раскинувшегося вокруг. Поэтому о рифтах правильнее говорить как о прерывистой полосе сравнительно узких понижений с отвесными бортами.

На дне африканских рифтов — нагромождение раздробленных глыб коры и небольших горных пород. Местами там встречаются конусы вулканов, на склонах которых видны потоки застывшей лавы.

Этими долинами рассечен очень древний фундамент, составляющий как бы ядро Африканского материка. И рассечен «совсем недавно» — не более 30 млн. лет назад. Эти рифты тоже довольно молоды.

Их сейсмическая активность хорошо известна. Особенно часты слабые толчки (порой до тысячи в месяц), но случаются, хотя и редко, серьезные землетрясения. Все очаги располагаются опять-таки не глубже 40 км — достаточно близко от поверхности. Причем смещения подземных пластов направлены поперек простирания рифтов, из чего следует, что кора в этих местах испытывает явное растяжение.

Но действительно ли осевые долины океанских хребтов — аналоги континентальных рифтов?

Срединно-Атлантический хребет включает в себя Исландию. В сущности, эта часть суши — не что иное, как океанское дно, поднявшееся над водной поверхностью. Остров пересекает центральная впадина, которая служит продолжением подводных осевых долин. Ее, так же как рейнский и байкальский рифты, ограничивают с боков глубокие разломы. С ней связаны все исландские землетрясения. На острове около 150 вулканов. Большинство их тянется рядами вдоль крупных трещин земной коры. Тут же бьют многочисленные горячие источники и фонтанируют знаменитые гейзеры. Кору в Исландии явно рвет какое-то растяжение. А возраст всех геологических сооружений и здесь не превышает нескольких десятков миллионов лет.

Сходство несомненное. Правда, байкальская и рейнская впадины держатся особняком. Но зато другие их материковые подобия в ряде мест все-таки стыкуются с океанскими осевыми долинами. В частности, индийская ветвь срединно-океанических хребтов, миновав Аденский залив, буквально упирается в побережье, откуда уходят в глубь континента рифты Восточной Африки. Так что же, они уходят как продолжение подводных ущелий или такое сочленение — чистая случайность?

Рифты материка и похожи на океанские, и отличны от них. И те и другие высокосейсмичны. И там и тут существуют вулканы, параллельные трещины, разрывное растяжение, а на неровном дне громоздятся приподнятые и опущенные блоки. Но у одних кора тонкая, океанская. У других—мощная, континентальная, сложенная внушительными осадочными отложениями в сочетании со слоями гранитного и базальтового типов.

И еще одно несомненно: рифты — это такие щели, через которые глубинное вещество, недра коры и поверхность планеты сообщаются друг с другом.

Все вновь открытое было настолько близко тому, о чем в свое время говорили ранние мобилисты, что о них не могли не вспомнить. 60-е гг. Вспышка бурного интереса к возрожденным идеям. Множество публикаций. Мобилизм не только воскрешают, но (и это главное) дополняют, развивают, совершенствуют.

Сейсмологи обнаружили, что океанская кора и слои под ней — примерно до глубины 70 км — отличаются жесткостью; только ниже простираются размягченные пластичные породы. И место действия горизонтальных мантийных течений переносится под эту очень толстую оболочку — литосферу. В новой модели перемещается уже не одна тонкая океанская кора, а вся литосфера. Это она раздвигается в рифтах и погружается в желобах.

А вот еще дополнение: осадки на глубоководном дне увлекаются под континенты, где «гранитизируются» и пополняют собой материковые глыбы.

Разрастанием океанского дна правдоподобно объясняется очень многое. Параллелизм атлантических берегов — они медленно удаляются друг от друга, будучи краями одной трещины, некогда распоровшей прамате-рик. Осевое положение срединно-атлантических хребтов — оно естественно, коль скоро кора в рифтовых долинах наращивается симметрично в обе стороны. Неосевое положение Восточно-Тихоокеанского поднятия — тоже понятно, раз американские континенты вот уже примерно 160 млн. лет движутся ему навстречу, все больше перекрывая восточное крыло вновь образующегося здесь дна.

Убедительное толкование получают и другие важные явления природы. Неглубокие землетрясения и вулканизм рифтовых зон вызваны раздвижением еще тонких плит и внедрением размягченного вещества верхней мантии в образовавшиеся трещины. Сравнительная молодость и маломощность осадочного чехла в океане — результат непрерывного поступательного движения дна и погружения его в мантию в районах желобов. Вроде бы понятно, отчего эти протяженные впадины представляют собой настоящие бездны — ведь рядом находятся нисходящие (охладившиеся) ветви конвективных течений.

Геофизики уже давно именно в тех местах отмечали землетрясения с очагами на очень большой глубине — до 700 км. Вопрос о причине подобных толчков оставался открытым. Новая концепция и на него предлагает ответ, эти подвижки связаны с заталкиванием края океанской коры в верхнюю мантию (позже процесс был назван субдукцией).

Согласитесь, новой теории нельзя отказать в стройности. Она комплексна и основана на принципе замкнутых циклов, могущих повторяться. Более того, удивительно современна, поскольку опирается на идеи саморегуляции и автоматизма: непрерывное обновление океанской коры происходит одновременно с переработкой ее отмирающих участков.

Между прочим, на аналогичных замкнутых циклах обмена веществом построены взаимоотношения воздушной оболочки нашей планеты с океанами. На том же держатся все сложные экологические превращения в биосфере. И если считать, что живая природа — порождение неживой, то вполне естественно допустить, что она воспользовалась не только материалами последней, но и хотя бы самым общим принципом безотходной технологии их переработки. Принцип же этот наиболее рационален. Может, вечное воспроизводство, присущее биосфере, не что-то уникальное, а, напротив, закономерное продолжение всеобщего геологического процесса?

Однако вернемся к деталям неомобилизма. Обойденный предшественниками вопрос о происхождении воды в океане разрешил профессор Принстонского университета Гарри Хесс, предложив довольно оригинальный механизм.

Хесс, интересовавшийся не только морской геологией, но и составом верхней мантии, пришел к выводу, что она сложена перидотитом. Лабораторными исследованиями было установлено: в перидотите сейсмические волны распространяются с той же скоростью, что и в мантии Земли.

У этой тяжелой породы есть примечательное свойство. Содержащийся в ней оливин, соединяясь с водой при температуре около +500°С, образует серпентин (зеленый с прожилками минерал, что слагает поделочный камень, прозванный уральскими умельцами змеевиком). Так вот, при повторном-нагреве серпентин выделяет воду и вновь превращается в оливин, восстанавливая тем самым прежнюю плотность перидотита.

Зная, сколь часто серпентиниты обнаруживали близ рифтовых долин, Хесс заключил, что эта порода появляется после того, как перидотит, поднимающийся здесь все ближе к поверхности дна, проходит, остывая, пятисотградусную полосу и взаимодействует с перегретым паром, выделяющимся из мантии. А когда океанская кора после долгого путешествия оказывается над нисходящей ветвью конвективного потока и, погружаясь в мантию, нагревается до той же температуры, то происходит обратная реакция. Высвободившаяся при этом влага поднимается на поверхность. Процесс идет издревле. Он-то поначалу и забирал большую часть выделявшегося пара на строительство океанской коры, а потом наполнял водой океаны. Потому-то вода в них стара, а постоянно обновляющееся дно вечно молодо.

Но было бы ошибкой думать, будто неомобилизм свелся лишь к возрождению гипотез Вегенера и Фишера, оснащенных механизмом Холмса, дополнениями Хесса и других. Он дал импульс теоретическим разработкам, а впоследствии и целому потоку чрезвычайно важных исследований, поднявших геологическую науку на более высокую ступень.

Канадского профессора Дж. Тьюзо Вильсона из Торонтского университета интересовала сейсмичность глубоководья. А также разломы земной коры. Он увидел в них не частные случаи, а отражение глобальной закономерности. По его мнению, большинство ныне активных зон на планете (рифты, желоба, молодые горные системы) связаны в непрерывную цепь, которая опоясывает Землю и разделяет ее поверхность на несколько крупных жестких плит. Роль связующих звеньев в этой цепи чаще всего как раз и играют те или иные участки разломов.

Вильсон считал движение крупных жестких плит земной коры упорядоченным.

Вот одна из них — Тихоокеанская. Она грандиозна. С юга и востока ограничена срединным хребтом. Он упирается в Североамериканский континент близ Калифорнийского залива и сочленяется здесь с подводной поперечной трещиной, которая продолжается на суше по трассе хорошо известной системы разломов Сан-Андреас (между Лос-Анджелесом и Сан-Франциско) и дальше снова ныряет в океан. Там, у острова Ванкувер, она трансформируется (потому-то Вильсон и назвал такие разломы трансформными) в последний короткий отрезок срединного хребта. Он тоже ограничен подводной трещиной. Но трещина проходит уже ближе к канадскому побережью. И в конце концов опять-таки трансформируется в другой разлом—огибающий Алеутскую островную дугу. Иначе говоря, соединяется с глубоководным желобом. Вся западная граница плиты совпадает с сильно вытянутой системой таких желобов — от Камчатки и Курил до акватории, лежащей южнее Новой Зеландии. Плита зарождается в зоне осевых рифтов, перемещается на северо-запад и поддвигается под островные дуги тихоокеанской окраины. Сколько нарождается из мантии, столько и уходит обратно в нее в зонах поддвига,

Но это только один из вариантов перемещения. Плиты могут и поворачиваться или, сталкиваясь, сминать передовые фронты друг друга. Так Вильсон представлял себе, в частности, образование молодой горной системы, включающей в себя Альпы, хребты Балкан, Турции, Кавказа, Средней, Центральной и Юго-Восточной Азии.

Позже удалось подтвердить, что смещения по транс-формным разломам происходят именно в тех направлениях, которые указал канадский геофизик.

Идея Вильсона стала существенным дополнением не-омобилизма. Весь этот теоретический комплекс позже назвали глобальной тектоникой литосферных плит, имея в виду непрерывное обновление океанского дна и перемещение крупных сегментов литосферы под действием мантийных потоков в масштабе всей планеты.

В течение нескольких лет идеи новой глобальной тектоники (неомобилизм называют и так) завладели умами многих ученых в большинстве стран. О них заговорили как о революционных.

Вскоре появилось и интересное усовершенствование представлений о механизме мантийных течений. Это был как бы побочный результат при разработке совсем другой научной проблемы.

...С именем академика Отто Юльевича Шмидта прежде всего связаны блистательные прорывы советской науки в области полярных исследований. Но он был также и космогонист, автор гипотезы о происхождении планет. В ее основе давняя идея сгущения околосолнечного га-зово-пылевого облака. О том говорили еще мыслители XVIII в. Иммануил Кант и Пьер Лаплас. Но в отличие от них Шмидт предпочел «холодный» вариант.

Да, Земля, считал он, как и все тела Солнечной системы, сформировалась холодной. Лишь по прошествии времени в ней начала расти внутренняя теплота — от сдавливания недр (неизбежного при увеличении объема планеты) и радиоактивного распада. Земля — плохой проводник тепла, и потому оно накапливается внутри нее. Разогрев же делает ее недра пластичнее. И тогда материал планеты (до того более или менее однородный) начинает расслаиваться: тяжелые массы, заключающие в себе много железа, опускаются, легкие всплывают к поверхности. Так в центре планеты формируется железное ядро. А соединения других металлов и кремния (менее плотные) образуют ее внешнюю оболочку.

Эти перемещения, начавшиеся несколько миллиардов лет назад, происходят поныне и далеко еще не завершены. Продолжается радиоактивный нагрев. Пластичными остаются глубинные недра Земли. И медленно-медленно расслаивается она на сферы разной плотности...

Такова гипотеза Шмидта. Аналогичную предложил и англичанин Фред Хойл. Он исходил из того, что низкая температура — обязательное условие для образования планет, в частности Земли, поскольку разогрев газово-пылевой туманности, вызывая ее расширение, разрушил бы ее.

Расчеты показали: вначале радиоактивные элементы равномерно распределялись по всему объему Земли, и их расщепление вполне могло в последующем обеспечить нужный разогрев планеты. К тому же выделявшееся тепло должно было задерживаться в недрах по причине плохой теплопроводности каменной оболочки.

Больше того, обнаружился еще один источник тепла. Сам процесс расслоения внутри планеты (прежде всего перемещение тяжелых железных масс к ее центру) тоже сопровождался выделением тепла. Этот источник в продолжение большей части развития Земли действовал с неменьшей мощью, чем радиоактивное расщепление.

Идею плотностного расслоения Земли развил советский геофизик Олег Георгиевич Сорохтин из Института океанологии АН СССР. Он увлекся тектоникой плит уже зрелым ученым, исследователем Антарктики. Отдавая должное универсальности и последовательности этой системы взглядов, он не мог не заметить ее пробелов. Начал он в 70-х гг. с ревизии представлений о ядре Земли.

Обнаружилось, что оно не может быть ни чисто железным, ни тем более железно-никелевым — эти материалы для него слишком плотны и тугоплавки: в ядре набирается избыток веса чуть ли не в 15%. Из чего же тогда ему состоять?

Сорохтин был далек от мысли, будто теория здесь зашла в тупик. У железа, путешествующего к центру Земли, заключил он, по-видимому, все-таки есть спутники — легкие элементы.

Попробовал серу. О ядре из сернистого железа говорили и прежде. Увы, этого соединения было совсем мало в древнейших изверженных породах. Невероятно, чтобы из него оказалось построенным ядро, включающее в себя ныне примерно треть массы всей планеты.

Добавка из чистого кремния или чистого алюминия не подошла. Так же, как кремнезем, глинозем, окиси магния и кальция. Одни при высоком давлении были несовместимы с окисью железа, другие в тех же условиях очень плохо растворялись в железе.

Водород? В связи с ним уместно вспомнить следующее. Тогда же, в начале 70-х гг., попытка связать космогоническое и геологическое развитие Земли в единое целое привела советского ученого В. Н. Ларина вот к какой версии. Известно, что преобладающими в протопланетном диске на стадии его отделения от протосолнца должны были быть гидриды — соединения металлов с водородом (именно этого элемента больше всего в атмосфере звезд). Хотя водород сам по себе легчайший из элементов, он, вступая в химическую связь с металлами, нисколько не уменьшает их плотности. Таково его природное свойство.

Это соображение и легло в основу принципиально новой модели современной Земли, Ее внутреннее твердое ядро состоит из гидридов металлов (исключительно плотных), внешнее жидкое ядро — из металлов с растворенным в них водородом, нижняя мантия — только из металлов, а верхняя мантия и кора — из силикатов (соединения кремния) и окислов (соединения кислорода). В ходе геологического развития нашей планеты гидриды переходят в металлы, а водород при этом выделяется из ее недр. Такая дегазация ведет к расширению Земли, к увеличению ее объема, так как исходные металлы менее плотны, чем гидриды.

Иными словами, это измененный вариант давно известной гипотезы расширяющейся Земли. Но и в нем не удалось преодолеть вот какого главного противоречия. Если бы Земля действительно разбухала и, так сказать, трескалась по швам, то материки на ней должны были бы находиться на равном расстоянии от «швов». Однако такому условию отвечает ситуация только в современной Атлантике. В Тихом и Индийском океанах — все совсем иначе. Следовательно, здесь надо хотя бы частично допустить либо дрейф континентов, либо фиксизм с его исчезновением материков в океане, не внося при этом ничего нового в механизм действия ни того ни другого, Нет, гидридная гипотеза не прибавила ясности в представление об эволюции нашей планеты. Хотя она несомненно ценна стремлением поставить развитие всех оболочек Земли в зависимость от того, что происходит в ее ядре. В общем, по мнению Сорохтина, водород тоже не годился в постоянные спутники путешествующему железу.

Что же оставалось? Кислород. С него, наверное, и следовало начать поиск легкой добавки. Он же — самый распространенный на Земле элемент!

Увы, эксперименты в лаборатории доказали: окись железа для ядра слишком уж легка. Но и это не обескуражило Сорохтина. У железа есть вот какая особенность. Оно относится к так называемым переходным металлам. Некоторые внутренние электронные оболочки его атомов как бы не заполнены. При высоких давлениях и температуре в нем перестраиваются электронные порядки, отчего даже меняются химические свойства: оно становится одновалентным.

В этих превращениях, способных, казалось бы, вызвать у геофизи-ка лишь академический интерес, Сорох-тин увидел решение трудной задачи.

В принципе железо очень благосклонно к агрессивности кислорода. Кто не знает, с какой жадностью ржавчина пожирает все сотворенное из этого металла—от гвоздей до корабельных корпусов! Ржавчина — это гидроокись железа (заметьте, на поверхности Земли она буквально вездесуща), в ней каждый атом металла удерживает атом кислорода (а то и больше).

Но такая связь, как выяснилось, прочна только в обычных условиях. При сильнейшем сжатии и нагреве уже нужны усилия Двух атомов железа (сделавшегося одновалентным), чтобы удержать атом кислорода.

А коль скоро теперь на два атома железа приходится лишь один атом кислорода, плотность окиси возрастает, причем точно на ту величину, которой не хватало для модели ядра. Таким образом, идея земной сердцевины, состоящей из окиси железа, получила убедительное теоретическое обоснование.

На нижней границе мантии окись одновалентного железа вполне может расплавиться и, следовательно, образовать жидкое ядро.

Как известно, недра Земли состоят главным образом из сложных минералов, а отнюдь не из парных соединений элементов. Не создает ли это обстоятельство непреодолимого препятствия модели Сорохтина? Вовсе нет. Достаточно вспомнить о другом, вполне доказанном превращении вещества в нижней мантии — о расщеплении минералов (в основном силикатных) на простые окислы, среди которых есть и окислы железа.

Сорохтина интересовала и чисто химическая сторона дела. Поскольку часть кислорода в момент фазового превращения освобождается, он отправляется на поиски другой «жертвы», в том числе и не связанного железа (при образовании Земли в ее состав входило и оно). И отправляется не куда-нибудь, а вверх, так как он элемент сравнительно легкий. Со временем, нагрузившись этим железом, кислород снова в составе простой окиси (или минерала) совершит очередное путешествие к центру Земли.

В своей модели Сорохтин прослеживает и дальнейшую судьбу вещества, оказавшегося в ядре. Убывающая способность железа к химическим связям рано или поздно должна привести к распаду окислов с выделением чистого металла. А значит, и с еще одним этапом высвобождения кислорода и последующего подъема его вверх. На этот раз с границы между жидким ядром и находящимся внутри него твердым ядром. Твердым потому, что изменившееся вещество уже требует для своего плавления более высокой температуры, чем существующая на сегодня в самой земной сердцевине.

Поверхность же жидкого ядра — это место, где первичная смесь веществ освобождается от тяжелой фракции. Но не полностью. Большая ее часть еще остается химически связанной. Однако и сравнительно малой потери железа достаточно, чтобы возникла та разность в плотностях веществ, благодаря которой более легкое поднимается.

В верхней мантии оно растекается в стороны, растягивая кору и растаскивая ее плиты. Так шютностная конвекция становится движущей силой дрейфа континентов. Они, увлекаемые мантийными течениями, стремятся расположиться вблизи нисходящих потоков.

Характерен результат химического анализа базальтов разных возрастов: чем они старше, тем больше в них железа.

Сегодня справедливость теории тектоники плит при-1н«на во всем мире. Перемещение материков подтверждено наблюдениями с космических аппаратов. Наро-ждмие океанской коры исследователи увидели своими глазами, когда побывали в рифтах Атлантики, Красного моря, на дне Тихого и Индийского океанов. Советские, американские и французские акванавты едины в своих рассказах о том, как трескается растягиваемое дно, и о молодых вулканчиках, которые поднимаются из таких щелей.

А вот еще одно косвенное подтверждение справедливости той же неомобилистской модели. Довольно неожиданное.

Возраст Луны, как известно, близок к возрасту Земли (4,6 млрд. лет). Сейчас ночное светило находится от нас на расстоянии 60,3 земного радиуса и медленно удаляется на 3,8 см в год (установлено лазерной локацией). Ученые более или менее единодушны в том, что в самом начале Луна была раза в три ближе. Однако скорость ее убегания не оставалась постоянной, иначе, чтобы выйти на нынешнюю орбиту, ей потребовалось бы 6,3 млрд. лет. В Институте физики Земли АН СССР сделали расчет изменений лунной орбиты и установили, что своими метаморфозами она немало обязана столкновениям и расколам континентов.

Как в наши дни, так и в далеком прошлом в Мировом океане под действием лунного притяжения происходили приливы и отливы. При этом запаздывание приливных волн океана оказывается тем большим, чем сильнее они рассеиваются в мелководных бассейнах, то есть чем щедрее разбросаны по поверхности планеты краевые моря. И наоборот, меньшее запаздывание земных приливов говорит о том, что территории шельфовых вод невелики. Определение таких запаздываний позволяет судить о расположении континентов в давние геологические эпохи. На древнейшей Земле во времена, отстоящие От нас на 2,4—1,6 млрд. лет, формировались разрозненные протоматерики, что сопровождалось заметным ростом площади краевых мелководных бассейнов. Оттого и Луна отодвигалась от Земли сравнительно быстро.

Такая картина особенно убедительно выглядит рядом с другими расчетами ученых из Института геохимии и аналитической химии АН СССР. Здесь удалось проследить — от эпохи к эпохе — постепенное увеличение площади земной суши. Примерно 2,6 млрд. лет назад ее было раз в 10 меньше, чем сейчас. А спустя миллиард лет — уже лишь в 3 раза меньше. К началу же палеозоя (600 млн. лет назад) эта разница сократилась до 28 процентов.

Можно попытаться представить себе, как менялся облик Земли. Где-то 2,6 млрд. лет назад ее мозаичный, по-видимому, материковый надел был вкупе не многим более современной Антарктиды (возможно, в окружении островов). Оно и понятно. Ядро планеты еще маленькое, циркуляция вещества в мантии только набирает силу, протяженность рифтовых долин, где нарождается океанская кора, не так уж велика. Потому и зон под-двига плит пока немного.

Впрочем, строго говоря, сушу в то время представляли не только те протоматерики и соседствующие с ними острова. Мировой океан был в процессе образования, разрозненные бассейны еще не слились воедино, следовательно, срединный хребет, а наверняка, также часть будущего морского ложа оставались не залитыми водой. (Хотя, как вы теперь знаете, и сам хребет, и эти «заготовки» океанского дна слагала отнюдь не континентальная кора.)

И вот глубокие разломы, сквозь которые поднимается разогретое мантийное вещество, распространяются по все большей поверхности планеты. Существенно меняется и масштаб «производства» новой коры — океанской, материковой. Миллиард лет спустя общая площадь суши (истинно материковой, так как океан уже вполне стал Мировым) достигла размеров нынешней Евразии. Но эта суша еще не была единой, хотя столкновения шли, о чем говорит сокращение числа краевых мелководных морей.

К началу палеозоя (600 млн. лет назад) заметный «недостаток» суши сравним, пожалуй, с величиной обеих современных Америк, вместе взятых,— более 40 млн. км2. Близится время сверхконтинента Пангеи. Сократилась протяженность шельфов. Резко уменьшилось запаздывание приливных волн. Замедлился и «уход» Луны.

Тут, кстати, нетрудно вычислить темпы нарастания суши в разные времена. В течение палеозоя — по 0,007 кв. км в год. Только не нужно представлять это себе как ежегодное появление где-то на Земле целого «поля» в 7 га. Прибавка складывается из новообразований, разбросанных по планете. А на молодой Земле темп прироста суши, судя по всему, был почти вдвое меньше. Так по крайней мере видятся те далекие времена, высвеченные аналитическим поиском исследователей нашей планеты.

Однако какое все это имеет отношение к проблеме происхождения жизни на Земле? Сорохтин убежден: прямое, поскольку современный уровень знаний позволяет более достоверно, чем раньше, смоделировать условия ранней стадии эволюции Земли. На этот раз две колеи — геология и биохимия — благополучно совмещаются. Судите сами.

Представьте себе поверхность первичной Земли, вглядываясь в то далекое прошлое сквозь призму неомо-билизма.

Итак, время действия-— 4,6 млрд. лет назад. Планета безжизненна. Газово-пылевое вещество, послужившее для нее материалом и образованное взрывом сверхновых звезд, полностью стерилизовано жестким космическим излучением. Ни атмосферы, ни океана. Космический холод. Солнце светит на треть слабее, чем в наши дни.

Но в недрах планеты исподволь уже идет радиоактивный разогрев, отчего уменьшается вязкость всего заключенного в ней вещества. Позади полмиллиарда лет. Идет медленное, очень медленное расслоение этого вещества по плотности. Начало выделяться ядро Земли. Пришли в движение мантийные течения. Водяной пар, углекислый газ, азот вырываются из подземного плена. Большую часть пара поглощает разогретый оливин вблизи поверхности планеты. Океана все еще нет. Над Землей — оболочка азота и углекислого газа. Парниковый эффект. Температура поднимается до 50°С, местами до 100°С. Рифты охватывают все большую часть планеты. Их активность нарастает. Здесь работают не единичные «реакторы» по производству первичной органики, а множество по всей протяженности рифтовых зон.

Очень пористый реголит первозданного грунта (подобный грунту современной Луны) поглощает значительную часть конденсирующейся из пара воды. Там, под тонким слоем вулканического пепла, служащего защитой от сильного ультрафиолетового излучения, накапливается органика и синтезируются биополимеры. Пеп-лы в изобилии содержат активные катализаторы: свободные хром, железо, кобальт, никель, свинец, платину. Мелкие поры реголита придают ему свойства губки, в которой высокая концентрация аминокислот, нуклеидов, жироподобных веществ, катализаторов и других кирпичиков нарождающейся жизни. Потом ее примитивные формы переместятся в воду молодых бассейнов.

А как же с губительным действием кислорода первичной атмосферы? Такового действия, считает Сорохтин, попросту не было или почти не было. Все дело в свободном железе. Сейчас его в мантийном веществе (да и в лаве вулканов) нет. Помните, оно связывалось кислородом, освобождавшимся по мере роста ядра Земли? А тогда в мантийном веществе, поднимавшимся в рифтах, свободного железа содержалось больше 13 процентов. Оно-то и не давало накапливаться кислороду в тогдашней атмосфере. И происходило это на огромных пространствах. Ведь процесс шел не в единичных разрозненных вулканах вроде курильского Тяти или камчатского Толбачика, не эпизодично в моменты редких извержений, а почти постоянно и по всей протяженности рифтовых зон.

Вулканы, подобные современным дальневосточным, вообще появились не одномоментно с рифтами, а лишь с развитием поддвига плит. Еще позже в магматические очаги, питавшие эти вулканы, стали поступать на переплавку осадочные породы, что, по-видимому, не могло не сказаться на составе вытекавшей лавы, извергавшихся газов и пепла.

Кстати сказать, по модели Сорохтина присутствие в первичных рифтах свободного железа хорошо обеспечивало сырьем (наряду с другими реакциями) и органический синтез. Встреча железа с окисью углерода и водой давала метан, а взаимодействие с азотом и водой — аммиак (железо отбирало кислород у воды и углерода), то есть те самые продукты, которые были исходными при получении кирпичиков белков и нуклеиновых кислот во всех классических лабораторных опытах. При подобном варианте большая часть метана и аммиака связывалась в органику здесь же, на месте.

Как видите, такая модель, не входя в противоречия ни с экспериментами биохимиков, ни с данными геологов, позволяет сделать существенный шаг в решении проблемы происхождения жизни на Земле. Многие прежние исследователи искали это решение в установлении географического места появления протобионтов. Как вы помните, это были и океан, и вулканы, и влажные глины...

А сколько было сломано копий в спорах о времени зарождения жизни на Земле! Не так уж давно следы организмов находили только в породах не старше 500— 600 млн. лет. И именно это время считали искомым рубежом. Позже исследователи стали отодвигать его все .дальше в прошлое. А руководствовались опять-таки не теоретическими обоснованиями, а чисто эмпирическими данными. Так было и с отметкой в 2 млрд. лет, когда на границе Канады и США в горных породах района Великих озер нашли углеродистые вещества — «визитные карточки» организмов именно такого возраста. Сходный результат дал радиоизотопный анализ образцов из Подолии на Украине. Отметка сместилась до 3 млрд. лет назад и больше, когда признаки пребывания столь «старых» бактерий обнаружили в Южной Африке, а затем в керне, поднятом с очень большой глубины при бурении исследовательской скважины на Кольском полуострове. Еще 500 млн. лет прибавили следы жизни, которые оставили в Западной Австралии нитчатые и сферические тельца длиной в микрометр и толщиной в доли микрометра. Тогда же, как считается, возникли строматолиты — известняковые постройки, возведенные в древнейших водоемах микроскопическими водорослями и бактериями.

Сегодня некоторые ученые утверждают, что надо говорить об отметке в 4 млрд. лет назад. Самый ранний углерод биологического происхождения встретился в Западной Гренландии, в горных породах, возраст которых достигает 3,8 млрд. лет. А ведь у существ, оставивших этот углерод, должно было быть время, чтобы успеть развился до такого состояния (правда, кое-кто сомневается: действительно ли тот западыогренландский углерод оставлен живыми существами?).

Сорохтин тоже называет 4 млрд. лет. Но обоснование у него иное: это начало формирования ядра Земли, начало ее дегазации. Именно тогда (не раньше) могло произойти зарождение жизни на планете. В том-то и дело — «могло». Модель устанавливает куда более важное, чем только время и географию этого события. Она устанавливает его место в системе, в сложном процессе трансформации космической материи. И тогда возникновение жизни — естественное следствие эволюции самой планеты.

Но коль скоро так, стоит задуматься вот над чем. Не определялся ли и последующий ход развития биосферы постоянной работой все тех же глубинных механизмов Земли?

Вопрос непростой. Земля—машина жизни?..

ВАРИАЦИИ В СТИЛЕ РЕТРО.

Ход эволюции жизни удивительно прихотлив. И столь же загадочен. Каждый поворот — неожиданность. Не знаю, чего в палеонтологии — науке, изучающей древнюю жизнь,— больше: открытий или всевозможных «отчего» да «почему». Не случайны бесконечные споры о движущих силах изменчивости организмов. И вообще, что в ней ведущее? Целеустремленный поступательный переход от простых систем к сложным или случайные стихийные всплески активности, подавляющие и вытесняющие конкурентов? Есть в развитии всего живого на Земле такие неожиданные зигзаги, которые вроде бы никак не объяснить ни естественной потребностью организмов в укреплении обороны или в усилении агрессивности, ни приспособлением к условиям среды. Таких зигзагов немало. Их открытие происходило в разные времена. О причинах их появления специалисты дискутируют многие годы, пытаясь найти что-то общее в таких событиях, выявить закономерности, взаимосвязи. Снова и снова уточняют детали давних «виражей» природы, не переставая поражаться их странностям, вглядываются в особенности ушедших времен и, конечно, не теряют надежды найти разгадку.

Давайте вглядимся и мы. Тем более что ряд разгадок, как оказалось, не так уж недоступен.

...Горы Уэльса давно влекли к себе Адама Седжвика. Отчасти суровостью пейважа, отчасти тем, что местное кельтское .население этой западной части Великобритании ревностно сберегало свои старинные обычаи, свой язык. Но самым притягательным в тех горах он считал сильно смятые складки. Оно и понятно — Седжвик был геологом, профессором Кембриджского университета.

И вот во время экспедиций 1835 г. он обнаружил выходы на поверхность очень древних сланцев. Они крайне удивили его. Под ними лежали пласты, почти лишенные остатков жизни. В сланцах же появлялось невероятное изобилие обломков раковин, панцирей и скелетов морских животных.

Находок было так много, словно, он бродил по песчаному дну современной теплой лагуны во время отлива. Настоящее кладбище морских животных. Но каких! Разнообразие видов просто поражало. Причем ни одна из обнаруженных раковин никогда прежде Седжвику не попадалась ни в экспедициях (а он немало походил по горам и долам Европы), ни даже в чьей-нибудь коллекции. То, что он увидел, было невиданным, этого не описывал ни один геолог.

Говоря о времени возникновения жизни, я упоминал рубеж, не так давно еще считавшийся общепринятым — БОО—600 млн. лет назад. К его установлению прямое отношение имело открытие Седжвика, так оно поразило ученых. Сделав его, он посчитал, что необычные горные породы относятся к неизвестному еще периоду истории нашей планеты — к появлению первой фауны (он имел в виду только фауну). И нарек его так, как кельты издавна называли свой край,— кембрием. Так в геологической хронологии появился кембрийский период.

А причину происшедших в кембрии событий Седжвик объяснить не смог. С той поры уже полтора века у геологов существует нераскрытая тайна кембрия. Она равнодушно пережила фейерверк гипотез.

То, чем знаменателен кембрии, действительно кажется невероятным. Примерно 570 млн. лет назад произошло на Земле чрезвычайное событие, круто изменившее все развитие жизни на планете: появились и широко расселились животные, имеющие твердый скелет. Без него, вероятно, были бы невозможны многие доследующие биологические успехи, в том числе и восхождение к существам разумным. Скелеты, панцири, раковины появились как бы вдруг. Причем не у отдельных единичных видов, а у подавляющего большинства морских животных.

Многие ставили это под сомнение. Действительно, как согласиться, что организмы со скелетами появились разом! По волшебству?

— Такого не может быть, чтобы докембрий был эпохой бесскелетных! — бунтовали геологи, озабоченные точностью датировок древних отложений, и снаряжали экспедиции за доказательствами во все концы света.

И находили желанные докембрийские «опровержения» — нечто похожее на раковину в Сибири, подобие отпечатков двустворок в Америке, Австралии, Индии, остатки ракообразных в Африке. Одно время палеонтологи располагали буквально обилием «опровергающего» докембрийского материала.

Увы, все эти вещественные доказательства были отвергнуты после тщательного обследования. Либо это были остатки водорослевых построек, к которым никакие животные не имели отношения, либо просто галькой, прихотливо скатанной волнами и напоминающей раковину, либо находка оказывалась более молодой — не до\* кембрийской.

И несмотря на все это, кембрийская ситуация по-прежнему вызывала недоверие. Даже в одном из капитальных трудов по геологии СССР появились вот такие строки: «При определении нижней границы кембрия принимается, что... комплекс скелетных организмов появился более или менее одновременно. Но это положение может быть принято только условно. Соображения теоретического порядка подсказывают, что скелетные организмы не могли появиться в разных точках земного шара одновременно».

Между тем достоверные факты все прибывали. И они говорили об обратном. Кембрийский материал проверяли разными методами. Делали и химические анализы. Рассуждали так. Допустим, раковины появились в разное время. Но тогда состав этих древнейших остатков должен быть несхож. Тем более у образцов, взятых из далеких друг от друга районов. Неизбежно и видовое различие таких наборов, коль скоро и время и место появления каждого ничего не имеют общего.

Какими же оказались результаты многочисленных проверок? Все наборы образцов примерно одинаковы. Не только для разных районов, скажем Сибири, но также для Сибири и Австралии, Марокко, Европы.

Остается только признать: ни нижней границе кембрия действительно произошло из ряда вон выходящее событие, совершенно изменившее облик большинства животных. Какое? Почему? Что послужило толчком? Что этому предшествовало?

Последний вопрос интересен вдвойне. Казалось бы, именно предшественники должны пролить свет на происшедшее в кембрии. Но геологи не возлагают на них особых надежд. По той простой причине, что докембрий-ская жизнь тоже полна загадок. Да каких!

Все началось с еще одного преждевременного открытия. Как вы, наверное, заметили, в истории науки таких немало. Из чего следует, что открытие надо делать вовремя, никак не раньше того момента, когда его с нетерпением ждут. Или хотя бы тогда, когда специалисты вполне готовы оценить его по достоинству. Никак не раньше. Если, конечно, автор открытия хочет при жизни пожинать лавры успеха.

К строматолитам были явно не готовы. Их открыли в начале нашего века в докембрийских слоях на западе Северной Америки. Тонкослоистые известняки привлекли внимание тем, что были сложены как бы многочисленными стопками блинов. А все вместе они походили на ворсистое покрывало (что и получило отражение в названии).

Их приняли было за рифы, построенные неизвестными водорослями. Но вскоре отнесли к минеральным отложениям. Представление о том, что жизнь возникла не ранее чем 600 млн. лет назад, было еще незыблемым, и сама мысль о каких-либо перестановках, композиционных изменениях в этом историческом полотне воспринималась как кощунство. То, что слои докембрия абсолютно мертвые, считалось общепризнанным фактом.

Должно было пройти полвека, прежде чем в том появились серьезные сомнения. В обнажении докембрийских пород близ озера Верхнего в канадской провинции Онтарио американским палеонтологам попались остатки ископаемых микроскопических растений. Они были сходны с более молодыми находками синезеленых водорослей, среди которых вроде бы имелись и строители строматолитов. Но настоящей веры в родство тех и других все же долго не приходило. Уж очень древней была находка в Онтарио.

Сомнения рассеялись лишь лет 20 спустя, когда в Западной Австралии у побережья Индийского океана к северу от города Перт объявились живые фабрики строматолитов. В мелководной лагуне Хамелин Пул залива Щарк Ёей производством «ворсистых покрывал» и в самом деле поныне занимаются сообщества синезеленых водорослей и бактерий, удивительно сходные по форме с докембрийскими находками.

Аналогичные ископаемые уже обнаружены в десятках строматолитовых отложений на всех континентах земного шара. Микроорганизмы хорошо сохранили свою первоначальную форму, так как в свое время были пропитаны (как бы замещены) кремнеземом. Они стала основным источником сведений о ранних периодах в истории жизни на Земле. Арсенал биохимии и радиометрии позволил установить: именно эти существа принимали важное участие в насыщении атмосферы нашей планеты кислородом. Изотопные исследования горных пород, образовавшихся 3,3—3,8 млрд. лет назад, показали, что эти самовоспроизводящиеся системы микроорганизмов существовали уже тогда.

Их называют по-разному: дианеи, или синезеленые водоросли (из-за присущей им окраски), а чаще цианобактерии (ведь это водорослево-бактериальные сообщества). Современных потомков первожителей планеты можно встретить в самых невероятных местах, совершенно, казалось бы, не пригодных для обитания. Невероятная выносливость, пластичность обмена веществ позволяют им в равной степени благоденствовать на недоступных скалах высоко в горах и в пустынях, заселять полярные окраины и горячие источники, где вода клокочет у точки кипения. Можно также сказать, что они известны каждому, кто видел обильное цветение воды в застойных прибрежных полосах водохранилищ, прудов и озер.

Неприхотливость синезеленых поразительна. Свет, углекислый газ и вода — вот все, что им надо. Кислород — побочный продукт их жизнедеятельности. Правда, если рядом обнаружится кДкая-нибудь органика, они непременно используют и такой дополнительный источник углерода. Но прекрасно обходятся и без подобных подкормок. Потребности их предельно скромны.

Цианобактерильные сообщества интересны еще и тем, что в них спокойно уживаются организмы, производящие кислород, и те, для которых он — сущая погибель (метанообразующие бактерии). По-видимому, именно такое сообщество составляло большую часть населения раннего докембрия. Итог их деятельности грандиозен: мощные толщи осадочных пород, отложения окислов металлов. И конечно, им принадлежит решающий вклад в создание кислородной атмосферы.

Но еще больше в их деятельности неясного. Хотя бы сами строматолиты. По какой причине цианобактерии их строили? Согласно единодушному мнению специалистов, возведение этих известковых сооружений непосредственно не связано с внутренними потребностями клеток сине-зеленых водорослей. Зачем же в таком случае им понадобилось без устали ткать из камня причудливые «ворсистые одеяла»?

Еще серьезнее загадки, связанные с атмосферным углекислым газом и с продукцией цианобактерии — кислородом.

Вспомните, первичная атмосфера Земли были богата углекислым газом, который способствовал возникновению парникового эффекта и разогреву поверхности планеты. И вот появились активнейшие потребители этого газа. Кроме того, он участвовал в образовании и осаждении могучих толщ карбонатных горных пород — известняков и доломитов. Следовательно, он должен бы очень заметно выводиться из обращения. Иными словами, запасам углекислого газа в атмосфере полагалось таять даже с учетом его притока из рифтовых долин и из молодых вулканов, принявшихся за строительство первых островов и микроконтинентов. Но его количество практически не уменьшалось. Чем это объяснить?

Убыль стала ощутимой только спустя почти 1,5 млрд. лет после начала активных действий упомянутых массовых потребителей углекислого газа. А до того уровень двуокиси углерода в атмосфере оставался почти неизменно высоким. По крайней мере, парниковый эффект по-прежнему продолжал действовать на поверхности Земли. Ее температура местами продолжала держаться в пределах 50°С, несмотря на то что Солнце все еще Светило существенно слабее, чем сегодня.

А кислород в это же время, наоборот, исчезал неизвестно куда. Так, во всяком случае, получалось из значительной суммы фактов. То, что атмосфере с появлением цианобактерии полагалось иметь кислород, кажется само собой разумеющимся. Но эта очевидность растаяла, как дым, лишь только в дело вмешались геохимики.

У них в руках был уранинит (двуокись урана), и он говорил о многом. В присутствии кислорода зерна этого минерала легко окисляются (до U3O8 и в таком виде растворяются в воде. Его отложения не могут накапливаться, если концентрация кислорода в атмосфере превышает один процент. Так вот, уранинит на Земле содержится только в породах старше 2 млрд. лет. Никак не моложе. Из чего следует, что раньше атмосфера была практически бескислородной.

То же подтверждает и другой довод. Так называемые красноцветы — плотные, обогащенные окислами железа глины — встречаются исключительно в осадочных слоях; моложе 2 млрд. лет. И никогда — в более древних. Считается, что красноцветы сформировались под действием кислорода на суше, а не под водой. Но раз раньше красноцветы не появлялись, то, значит, не было для этого условий — не было кислородной атмосферы.

Куда же в таком случае девалась вся продукция цианобактерий? И что за странная межа легла в истории Земли 2 млрд. лет назад?

Следующая тайна докембрия связана еще с одним фундаментальным событием в развитии жизни на Земле.

Примерно лет 25 назад (где-то в 60-х) биологи пришли к убеждению, что в мире организмов существует грань куда более существенная, чем между растениями и животными, внутриклеточные хозяйства которых, кстати сказать, довольно сходны. Но и те и другие решительно отличаются от цианобактерий. В клетках этих простейших нет ядер со строгими наборами хромосом, заключенных в особую оболочку. Прямо в цитоплазме плавает ничем не отгороженная петелька нуклеиновой кислоты. Потому-то Их назвали прокариотами, то есть доядерными. А растения и животных — эукариотами (от греческих корней «эу» — настоящий и «карион» — орешек). Итак, у первых нет ядер, у последних есть.

Только и всего? Неужели это так важно — в оболочке или без оной ядро, чтобы говорить чуть ли не о какой-то пропасти в ходе эволюции организмов? Разве содержимое чего-либо меняется только оттого, что его заключают в упаковку?

Дело, конечно, не в упаковке. Вернее, не только в упаковке. Главное в другом: клетки растений и животных стали дышать. У прокариотов отношение к кислороду разное. Одни его энергично вырабатывают, другие терпеть не могут, третьи терпят, но не любят, четвертые обожают. Эукариоты без кислорода просто не могут жить.

Характерно, что в клетках всех растений, начиная с одноклеточных, есть хлоропласты, которые обеспечивают фотосинтетическую активность этих организмов. В связи с чем ученые делали предположения о том, что в свое время какие-то из цианобактерий вошли в состав других клеток и положили начало то ли сожительству, то ли деловому сотрудничеству. Возможно, оно стало первым опытом симбиоза. Так сказать, в порядке эксперимента. Между прочим, в подтверждение такого варианта говорит то, что у хлоропластов есть немного своей нуклеиновой кислоты.

Но так или иначе растения, как известно, живут благодаря фотосинтезу. Свет, углекислый газ и вода — их средства к существованию. Фотосинтез ведет к образованию глюкозы, а та под действием ферментов распадается, выделяв энергию, А что дает кислород? Очень многое. Его участие в разложении глюкозы увеличивает ее энергетическую отдачу почти в 20 раз. Выгодно? Еще бы!

Ясно, что эукариоты должны были появиться только тогда, когда атмосфера в состоянии была предоставить им в достатке кислород. Так оно и произошло. Хотя непросто в палеонтологических окаменелостях отличить первых эукариот от прокариот, но в конце концов сделать это удалось.

Эукариоты, как правило, гораздо крупнее. Долгое время представлялось, что самые древние из них были найдены в Сибири — ветвящиеся ниточки, похожие на зеленуе водоросли. А они считались не старше 800 млн. лет. Но затем в руки палеонтологов попали ископаемые остатки одноклеточных водорослей, содержащие мелкие плотные тельца. Это было в Центральной Австралии. Возраст находок превышал 850 млн. лет. Постепенно коллекция очень древних ископаемых эукариот стала расти. Хотя пополнения были буквально единичными. Из сибирских глинистых сланцев, из доломитов Калифорнии и Южной Австралии, наконец, самые древние и Хорошо сохранившиеся — из Северной Австралии, СССР, Китая и США. Некоторые из них раз в 10 больше самых крупных сферических прокариот.

Сегодня уже не вызывает сомнений, что клетки о ядрами начали расселяться по Земле примерно 1,5 млрд лет назад. Именно к тому времени они стали многочисленными.

Что же, это не противоречит рубежу (2 млрд. лет), о котором свидетельствуют ураниниты и красноцветы. Хотя и остается разрыв 0,5 млрд. лет.

Но вот что все-таки странно. Среди безъядерных прокариот ведь тоже существовали и любители кислорода, и даже те, что без него не могли жить. Конечно, они использовали более примитивный механизм расщепления глюкозы и получали меньше энергии. Но ведь использовали и получали! Разве на них давил пресс какого-то дефицита? Что вынудило живую природу прибегнуть к эукариотным сложностям? Или в самом деле двигатель эволюции живого—фатальное стремление самих организмов к усовершенствованию? Тот же вопрос возникает и в связи с еще одним биологическим взрывом докембрия.

...Советская программа геологического изучения так называемой Русской платформы разворачивалась в буквальном смысле и вширь и вглубь. К концу 40-х гг. исследовательские скважины уже заглядывали в самые низы осадочных толщ под Москвой и в Гатчине, в Белоруссии и у Беломорья. Там добурились до 1 тыс. м, тут — до 1,5 тыс., где-то — почти до 4 км... Керны. Их много. С виду просто серые или бурые цилиндрики, высверленные из камня. Но благодаря им в Палеонтологическом институте АН СССР, куда их шлют и с севера и с юга, с мест далеких и ближних, могут все пристальнее вглядываться в то, что еще недавно считалось несуществующим. Бурением впервые вскрыт мощный комплекс неисследованных отложений.

Весь материал о докембрии сходится y Бориса Сергеевича Соколова — впоследствии академика, все научные интересы которого отданы изучению именно этого периода в истории Земли. Еще недавно период представлялся почти мертвым. И вот он буквально на глазах ученого как бы оживает. Медленно от образца к образцу, от полной немоты к смутной, не сфокусированной картинке. Так бывает, когда в ванночке с проявителем начинают проступать нечеткие контуры фотографического изображения, Контуры докёмбрийской жизни, обнаруженные Соколовым и сотрудниками его лаборатории, были крайне необычны. Они включали в себя сложное сообщество многоклеточных (да, многоклеточных!) животных, большая часть которых либо вообще не значилась в реестрах систематики, либо известна была только по своей более молодой родне. Все они некогда проживали в эпоху, непосредственно предшествовавшую кембрийскому времени. Но ни одно из них не оставило после себя чего-либо •вещественного — части тела, органа, хотя бы какого-ни» будь обломка. Да и не могло оставить. В том-то и особенность открытого Соколовым сообщества. В него входили существа исключительно мягкотелые.

Найдены были не какие-либо окаменелые остатки тех животных, а лишь следы их жизнедеятельности или отпечатки тел. Судя по всему, тогда еще не существовало трупоедов, поэтому некоторые погибшие организмы могли сохраниться нетронутыми и оставить четкий отпечаток своего тела.

Следы той былой жизни как раз и поражают не разнообразием, а сохранностью. По прошествии сотен миллионов лет осталось почти в неприкосновенности нечто эфемерное, бестелесное, в сущности, утратившее даже свою материальность. Вот неровный бугристый круг с концентрическими выпуклостями в центре. Вот другой круг — с расходящимися лучами. Еще один — покрытый волнистыми бороздками. Круглые выпуклости, похожие на сдобные булочки, с неглубокой поперечной вмятиной, на поверхности. Или вот целая серия перистых отпечатков с мелкими насечками. Плоские узкие ленты с множеством параллельных черточек, похожих на те, что наносят на современные градусники. И даже обломок «веточки» с аккуратным, слегка волнистым, вроде бы только что трепетавшим на ветру листиком то ли калины, то ли черемухи.

Интересная особенность той фауны — гигантизм. Медузы — не обхватишь. Плоские черви и перьевидные существа длиной до метра. Другие, тоже отнюдь не миниатюрные животные — это и есть обычное население океана тех времен. Особым разнообразием видов оно не отличалось. Доминировали медузы, одиночные полипы и их колонии. Некоторые существа, похожие на тарелки, лежали на дне или прикреплялись к нему коротеньким стебельком. У большого «рта» собирались мелкие пищевые частицы, взбешенное в воде. Таких чашевидных домоседов местами отапливалось много.

Причем все это вовсе не было какой-то эндемичной принадлежностью недр европейской части СССР. Нечто подобное (и даже в большем числе) нашлось в Сибири, в Австралии, на территории Китая.

Обнаруженные сообщества многоклеточных животных были настолько самобытны, что решили время их существования выделить в особый период геологической хронологии. У нас его назвали «венд» — по имени древнейшего славянского племени вендов (или венедов), жившего когда-то к югу от Балтийского моря. В Австралии пока предпочли свое наименование — «эдиакарий». В Китае свое: «синийская система». Продолжительность же нового периода, по общему мнению, составляет приблизительно 100 млн. лет.

Существование венда (будем пока называть его так) —это, конечно, феноменальное открытие нашего времени. И дело не только в «следах невиданных зверей на неведомых дорожках». Венд — связь времен, недостававшее звено в эволюции жизни, очевидное доказательство, что «кое-что» в кембрии произошло все-таки не по щучьему велению,— многоклеточные животные по крайней мере уже существовали и прежде.

Вместе с тем венд кажется совершенно невероятным. Чем? Своей неочевидностью связей с населением времен предшествовавших и последующих. Это озадачивает даже самого Открывателя венда — академика Соколова.

V- Все типы и классы вендской фауны появляются как бы вдруг,— недоумевает он. (Только избавились хотя бы частично от кембрийского «вдруг», и на тебе — еще одно, вендское.)

Действительно, практически неизвестны ни предшественники всех этих мягкотелых, ни переходные формы. Что сделало неизбежным появление таких организмов? Неужели случай? Что помогло им 670 млн. лет назад расселиться по всей планете? И что спустя еще 100 млн. лет сделало их всюду нежелательными персонами? А это именно так и было. И тоже крайне озадачивает.

— В большинстве случаев,— говорит Соколов,— мы не можем указать прямых потомков вендских Metazoa среди кембрийских организмов.

В общем, получается, что мягкотелые венеды вроде бы неизвестно почему и неизвестно откуда взялись и столь же странно начали исчезать. Не так ли?

Впрочем, здесь вряд ли стоит искать близкие объяснения. По признанию большинства ученых, происхождение многоклеточных животных — одна из наиболее загадочных страниц живого мира.

Но есть же, наверное, хотя бы догадки, гипотезы насчет затененных сторон венда? И вообще насчет многочисленных таинственностей всего докембрия. Конечно, есть. Как не быть! Причем большинству их присуща одна примечательная общность. Сейчас вы в этом убедитесь.

За последние годы особенно много отшумело дискуссий по докембрию. Представим себя на одной из них. Скажем, в секции, обсуждающей проблему строматолитов. Тут настоящий водопад идей.

Вспомните, специалисты по водорослям единодушно утверждают, что образование карбоната кальция (из\* него состоят строматолиты) никак не связано с физиологическими потребностями самих цианобактерий. Из этого исходит большинство версий.

— Синезеленые водоросли извлекали для себя углекислый газ. 6 воде это становилось меньше, растворимость солей кальция от этого, понятно, тоже уменьшалась, и карбонат тут же выпадал в осадок.

— А доказательства? Их нет. Карббнат оседал на поверхности водорослевых пленок, как пыль застревает меж ворсинками ковра.

— Тогда отчего же на этих пленках накапливалось карбоната куда больше, чем рядом, на днег\*

— Скорее всего, тут в азоте дело. В составе же цианобактерий много азотфиксирующих. А освобождение аммиака вполне может вести к осаждению кальция...

— Нельзя игнорировать динамику фосфора! Она тоже существенна для, микроорганизмов и тоже не изолирована от кальция...

Как видите, фантазия теоретиков неистощима. Нам можно не досиживать до конца. Лучше переберемся в секцию по происхождению многоклеточных. Там все строже, академичнее, главным образом ссылаются на классиков.

— Проблема блистательно решена Эрнстом Геккелем. Предком многоклеточных была шарообразная колония простейших. Стенка втянулась вовнутрь — и вот колония уже двуслойная, с первичным ртом, ведущим в первичную кишку. Модель — всем известная современная гидра; два слоя клеток — вот и весь организм.

— Это голая схема. Главная неясность в ином. Что заставило стенку втянуться внутрь? И отчего клетки, прежде захватывавшие пищу каждая в отдельности, стали вдруг питаться из общего котла — переваривать пищу в кишечной полости?

— Прав немецкий зоолог прошлого века Бючли. Предок — не шаровидная колония, а колония в форме двуслойной пластинки. Нижний слой клеток — для питания, верхний — для защиты. Свернулась пластинка — вот вам и кишечная полость...

— Не будем изобретать велосипед! Давайте придерживаться Мечникова! Питание первых многоклеточных и простейших жгутиковых сходно: насытившиеся отдельные клетки погружались в глубь колонии и там переваривали пищу. Со временем это разделение — внешние, внутренние — стало постоянным...

Не станем обсуждать, какая из идей всего этого дискуссионного клуба лучше. Важнее их общий изъян. Обратите внимание, некоторые из них неплохо объясняют ту или иную частность и совершенно не пригодны для толкования «соседних» событий докембрия. Но разве Каждое из тех событий совершалось само по себе и не имело никакой связи с другими? Эти идеи словно бы обходят стороной главные вопросы. Докембрийская эволюция всех сфер Земли, это что — калейдоскоп случайностей или она была подчинена какому-то сквозному единству действия? И если все-таки последнее, то каков главный двигатель того действия?

Ну а мобилистская теория? Справляется ли она с этими заковыристыми вопросами? Начнем хотя бы с избытка углекислого газа в древней атмосфере.

Здесь надо напомнить суть идеи американского геолога Гарри Хесса о происхождении океанской воды. В недрах раздвигающегося рифта оливин, содержащийся в магме, охлаждаясь до 500 С и поглощая воду, превращается в другой минерал — серпентин (геохимики называют это гидратацией океанской коры). Потом в зонах поддвига плит происходит обратная реакция с возвратом воды. Но уже не в мантию, а на поверхность Земли. Так за миллиарды лет и накопился целый 6к§ан.

Причем здесь углекислый газ? Очень даже причем. Гидратация коры — процесс непростой. Прежде чем золотистый оливин станет черно-зеленым прежде чем серпентином похожим на змеиную кожу, произойдет ряд других прямых и побочных химических превращении. Вот в них-то и принимает активное участие углекислый газ, В конечном счете он как бы консервируется в осаждающихся карбонатах — известняках и доломитах.

Во времена появления цианобактерий единого океана еще не было. И потому гребни будущих срединных хребтов еще возвышались над поверхностью морских бассейнов. Вода из них почти не попадала в рифты. Гидратацию коры в основном питал пар, вырывавшийся из недр, да, возможно, дожди. Для глобального потребителя это был отнюдь не обильный источник. Отсюда из-за недостатка воды и слабое связывание углекислого газа в карбонатах. Такое объяснение дает Сорохтин.

Вот почему, несмотря на взрывное распространение такого массового потребителя двуокиси углерода, как синезеленые водоросли, его содержание в атмосфере продолжало оставаться высоким, а действие парникового эффекта—хзильным. Первопричиной того, понятно, был рост ядра Земли, усиливающиеся течения в мантии и ее дегазация, поставляющая, в частности, С02 в атмосферу.

Кстати, стоит напомнить, что именно дегазация кормила сырьем не только протобионтов, но и первые организмы планеты. Таковыми по современным понятиям были бактерии, жившие при бескислородной атмосфере за счет разложения сероводорода, за счет синтеза метана или поглощения простейший органики, созданной неживой природой.

Возможно, именно недостаток этой органики заставил искать спасение в использовании изобилия углекислого газа. Так, надо думать, возник фотосинтез у сине-зеленых водорослей, то есть собственное, «домашнее» производство энергоносителя — глюкозы, которая прежде поступала извне с природной простейшей органикой. Подтверждений такого перехода на новый режим как минимум два. Первое. Современные цианобактерий при случае не прочь попользоваться готовой органикой. Второе. Обычно они частично используют собственный кислород для синтеза хлорофилла. Но при необходимости способны переходить на более архаичный фотосинтез (в бескислородных условиях), используя сероводород вместо воды и выдавая уже не кислород, а чистейшую серу. В них словно бы запускается старый движок, хранившийся про запас.

Но дело даже не в том, так точно произошел переход к фотосинтезу или несколько иначе. Важнее другое. Именно развитие самой планеты определяло главные перемены в облике ее детища — всего живого. На первых ступенях развития все сырье — воду, серу, азот, метан, углекислый газ — поставляла дегазация Земли, что и определило первые ходы эволюции жизни.

Да разве только первые ходы? К теме углекислого газа мы еще не раз вернемся. А сейчас — ее непосредственное продолжение в интерпретации того же Сорохтина.

Примерно 2,6 млрд. лет назад (к началу протерозоя) дела на «фабрике Хесса» шли уже настолько хорошо, что уровень морских вод поднялся выше срединных хребтов. Акватории Земли слились воедино, и океан стал Мировым. Это событие оказалось наиважнейшим. Рифтовые зоны, находившиеся прежде на сравнительно ограниченном пайке мантийного пара и дара небес, получили мощнейший приток воды.

Молодая, вновь образующаяся кора стала с жадностью ее поглощать. И скорость, и объем гидратации коры резко увеличились. Превращения оливина приняли колос- J сальные размеры.

Но с такой же скоростью стал истребляться и углекислый газ. О том сегодня напоминают мощнейшие карбонатные отложения тех эпох. С его потерей в атмосфере редел тепловой экран, А так как Солнце все еще светило далеко не в полную силу, то обогрев Земли становился все хуже.

Между тем углекислый газ продолжал убывать из атмосферы. Вот его уже там в 10 раз меньше, в 1бО... От парникового эффекта практически не осталось ничего. Холод окутал планету. Пришло время, когда тяжелая стужа сковала большие пространства на поверхности Земли. Наступил первый в ее истории ледниковый период.

Это произошло 2,4 млрд. лет назад. И продолжалось достаточно долго. Лишь спустя 300 млн. лет прибыль воды в акваториях планеты (с расширяющихся «фабрик Хесса») снова превысила расходы на гидратацию коры. Уровень океана впервые начал подниматься над вершинами срединно-океанического хребта.

Преобразование оливина в рифтах, видимо, стабилизировалось на какое-то время, так как содержание углекислого газа в воде и атмосфере перестало падать. Но, достигнув минимума, оно не могло не стать прессом давившим на биосферу. Недостаток углекислого газа должен был угнетающе действовать на синезеленые водоросли и поощрять те организмы, которые находили другие «средства существования» или рациональнее использовали имеющиеся.

Вот они условия, вынудившие появление чего-то вроде эукариот (клеток с ядрами), то есть организмов, «применивших» более эффективный механизм извлечения энергии из синтезируемой глюкозы, раз в 20 более эффективный! И близка, совсем близка та эпоха (она началась, как это ныне установлено, 1,5 млрд. лет назад), когда фактически появились эукариоты. При этом, разумеется, не исключено, что более ранние находки у науки еще впереди.

Однако погодите, ведь отличие эукариот от всех предшествовавших организмов — это в первую очередь кислородное дыхание? Да. Но водоросли-эукариоты не перестали потреблять углекислый газ, просто начали делать это гораздо экономнее благодаря кислороду. Важно понять, что от расточительности в данном случае пришлось отказаться не от хорошей жизни. Заставила очередная ступень эволюции Земли.

Для той же ступени, кстати сказать, характерны и изменения в судьбе кислорода. Тут нам надо ненадолго вернуться назад к тем ранним предбиологическим временам, когда в мантии еще было много свободного железа и оно вместе с мантийным веществом постоянно поднималось к поверхности Земли в древнейших рифтовых зонах.

Именно это свободное железо, с большой готовностью соединяясь с кислородом, изымало его из атмосферы и тогда, когда этот газ появлялся от разложения солнечным светом водяных паров, и позже, с началом фотосинтеза цианобактерий. Ведь вначале примерно 13 процентов мантийного вещества приходилось на свободное железо, а 2,6—2,5 млрд. лет назад — около 7—8 процентов. Так что кислород, вырабатываемый тогда синезелеными водорослями, никуда, как видите, не исчезал. Просто у него был ненасытный потребитель. Спустя 0,5 млрд. лет свободного железа в. мантии Земли убыло до б процентов. Но оно все еще оставалось мощным поглотителем кислорода. Это происходило как бы в два этапа. Сначала в рифтах, в горниле горячих и бурных реакций железо окислялось до двухрадентного-состояния. Такой окисел хорошо растворяется в воде, и потому его быстро выносило в открытый океан. Там кислород делал железо уже трехвалентным. А оно, как известно, нерастворимо в воде и выпадает в осадок, похищая колоссальные массы кислорода. Они поныне заключены в крупнейших залежах железных руд, образовавшихся в те эпохи,

Согласно расчетам Сорохтина, того железа, что поставлялось тогда рифтовыми зонами, хватило бы связать и больше кислорода, чем его вырабатывали синезеленые водоросли. Дело действительно было поставлено с очень большим размахом. О том свидетельствуют джеспилиты, или, иначе, железистые кварциты. Это руды, образовавшиеся большей частью в период 2,8—1,6 млрд. лет назад. Их еще называют полосчатыми железняками из-за того, что отложения окислов металла здесь чередуются с прослоями кремнезема (кварцита).

Наиболее крупные скопления джеспилитов хорошо известны: Курская магнитная аномалия, Кривой Рог. сть они и в Индии, Бразилии, Западной Австралии, Северной Америке, по всему свету. Самые древние найдены в районе Исуа на западном побережье Гренландии. Возраст — почти 3,8 млрд. лет.

В некоторых местах в джеспилитах находили остатки синбзеленых водорослей. Да и в Исуа присутствует графит. Хотя еще надо доказать, биологического ли происхождения тот углерод.

Наиболее крупные месторождения этих руд возникли около 2 млрд. лет назад. С той поры размеры таких залежей стали явно убывать. С точки зрения неомоби-лизма ничего загадочного в этом нет. С ростом ядра Земли сократилось количество железа в мантий, и рифты уже снабжали им океан похуже. А это также означало, что на поверхности Земли стал понемногу оставаться несвязанный кислород. О чем, кстати сказать, свидетельствуют исчезновение в рудных запасах уранинитов именно в это время и отложения на суше первых красноцве-тов. Помните, странная межа, появившаяся 2 млрд. лет назад? Теперь она, как видите, вполне объяснима. Как объяснимо появление эукариот, потребляющих кислород, рост его излишков в атмосфере и гидросфере — это еще один пресс, начавший давить на биоту: либо она «научится» нейтрализовать это ядовитое для большинства тогдашних организмов вещество, либо... Эукариоты обрели способность извлекать из него даже пользу.

Свободное железо исчезло из мантии ближе к концу протерозоя. Перестали действовать рифтовые механизмы связывания атмосферного кислорода. И в преддверье венда количество его на поверхности Земли стало быстро расти. В принципиально новых условиях существования население планеты не могло оставаться прежним. То есть опять именно изменения в работе ее плитового механизма поворачивали ход эволюции жизни.

— Этот очередной резкий геохимический рубеж в геологической истории Земли,— говорит Сорохтин,— самым радикальным образом изменил экологическую обстановку на ее поверхности... Наиболее эффективными оказались те формы жизни, у которых обмен был построен на реакциях обратного окисления органических веществ, синтезируемых растениями. Так, по-видимому, в конце протерозоя появились первые одноклеточные животные, а затем и многоклеточные.

Как видите, неомобилизм трактует события докемб-рия как взаимосвязанные, зависимые от глубинных процессов планеты и подчиненные единству земного действия. Метод оказывается универсальным и плодотворным, так как большинству кажущихся противоречивыми ситуаций, складывавшихся на протяжении миллиардов докембрийских лет, предлагаются вполне реалистичные объяснения.

Давайте попытаемся с помощью того же метода найти причины и кембрийского биологического взрыва, когда животные начали поголовно обзаводиться панцирями, раковинами и скелетами. Теперь мы в какой-то мере знаем, что ему предшествовало, и это должно облегчить задачу. Но сначала несколько забежим вперед, чтобы сделать еще одно необходимое отступление.

Прощальный рейс вокруг Европы заслуженного океанографического судна «Витязь» подходил к концу, когда один из пассажиров во время шторма сломал ребро. Его бросило на поручни межпалубного трапа. Пришлось зайти в Дувр. Пострадавшего отправили в больницу, там его уложили на несколько дней в постель, чтобы хорошенько обследовать. На «Витязе» решили ждать. И вот каждое утро пассажиры стали разбредаться кто куда.

Сорохтин любил гулять у моря—там, где поднимались уступами меловые скалы. От них, кажется, и произошло древнее название Британских островов — Альбион (по-латыни «альбус» — белый). Местами берег рассекали глубокие овраги. Их склоны обнажали разреаы слоев все того же писчего мела, отложившегося здесь в далекие времена. Сорохтин, несмотря на пронизывающий ветер, подолгу задерживался в оврагах.

— Олег, уйдем отсюда, холодно,— упрашивал его спутник.— Опять мы перепачкаемся в этом мелу.

А Сорохтин не спешил. Он всматривался в обнажения и размышлял о том, отчего именно здесь появилось такое скопление соединений кальция, когда в те же времена в других местах океана их явно недоставало.

По возвращении в Москву он поручил сотруднику своего отдела выяснить все, что удастся, об особом классе подводных гор — гайотах (Сорохтин заведует отделом тектоники литосферных плит в Институте океанологии АН СССР), а сам принялся изучать, как располагались материки 100 млн. лет назад. Ему хотелось проверить одну мысль.

...В годы второй мировой войны геолог Гарри Хесс, он тогда плавал в Тихом океане штурманом на американском транспорте «Кейп-Джонсон», проходя глубоководные участки, не выключал эхолот с самописцем, как это обычно делали на всех других судах, и открыл отдельно стоящие подводные горы с плоскими вершинами, о существовании которых никто тогда не подозревал. Хесс назвал свои горы гайотами, поскольку база, куда они возвращались после рейсов, носила имя Гайот-холл (по Другой версии горы названы в честь известного географа прошлого века Арнольда Гийо).

Будущий профессор Принстонского университета, теоретик морской геологии, занимавшийся происхождением океанской воды, Гарри Хесс сам дал и гипотезу возникновения обнаруженных им гор. Гайот — это потухший вулкан, вершина которого некогда поднималась над морской поверхностью в виде обычного острова. Со временем океанский прибой полностью размыл верщину, а опустившееся дно переместило усеченный конус на глубину.

В этой версии все выглядело настолько просто и естественно, что она просуществовала до наших дней. Возникал только вопрос: почему погружение оказалось столь глубоким — более 1 км?

Впрочем, в годы открытия гайотов в геологии еще господствовала фиксистская теория, из которой как раз и следовало, что земная кора — на суше ли, на море ли — знала только вертикальные перемещения.

Версия поначалу устроила и неомобилистов, поскольку, по их представлениям, морское дно, нарождающееся по оси срединно-океанических хребтов, заметно опускается, отодвигаясь к окраинам океана.

Но вот начались более детальные исследования гайотов. С их площадок глубоководными драгами брали крупные образцы пород для исследования. Позже горы бурили. Все они действительно оказались потухшими, размытыми вулканами, покрытыми сверху коралловыми рифами. Коралловые острова опустились на глубину, а их строители погибли. Но вот что удивительно. Произошло это у всех гайотов исключительно в меловое время (в альбском и сеноманском веках), то есть примерно 100 млн. лет назад.

Чем именно это время пришлось не по вкусу такому множеству кораллов?

Чарлз Дарвин еще в 1842 г. в книге «Строение и распределение коралловых рифов» высказал идею происхождения атоллов. Вулканические острова быстро обрастают рифами, если вода вокруг достаточно тепла. Потухший вулкан начинает медленно погружаться, со временем его вершина полностью исчезает под водой, а полипы продолжают тянуться к поверхности моря. Образуется лагуна, опоясанная рифом. Вулкан опускается все глубже. Кораллы тянутся вверх: чтобы не погибнуть, они беспрерывно надстраивают свой дом.

Эта идея Дарвина оказалась абсолютно верной. Окончательно она подтвердилась, когда ряд атбллов (ближе к нашим дням) «просветили» сейсмикой и просверлили скважинами. Оказалось, что коралловая тол-Ща, например, на атолле Бикини достигает многих сотен метров, ниже залегает изверженный базальт. Известно, что колонии полипов, строящих рифы, живут на глубине более 100 м. Значит, они в самом деле, как представлял себе это Дарвин, все время наращивают этаж! своего дома, поселившись на тонущем вулкане.

Что же случилось в альб-сеноманское время? Почему тогда морские строители, словно сговорившись, бросили привычное занятие? Этот вопрос стал главным в исследовании происхождения гайотов.

И тогда начались догадки.

«Теплолюбивые кораллы не выдержали наступившего на Земле похолодания». Но ни в альбе, ни в сеномане похолодания не было. Весь меловой период оставался на удивление теплым.

«Движение литосферных плит вынесло атоллы из тропической зоны в холодные воды». Реконструкции давнего расположения плит, выполненные в Институте океанологии АН СССР Л. П. Зоненшайном и Л. А. Са-востиным, показывают, что незадолго до сеномана почти все известные ныне гайоты располагались близ экватора.

«Вулканы погружались быстрее, чем надстраивались рифы». Тоже нет. Гайоты за год опускались на сотые доли миллиметра, а кораллы за то же время успевали набрать около сантиметра.

«Сеноманские кораллы на островах погибли из за быстрого наступления моря на сушу — из-за трансгрессии». Трансгрессия действительно была. Уровень воды морях 100 млн. лет назад поднялся, порой немного! отступая, на 300 м. Но происходило это плавно, для кораллов практически неощутимо.

Впрочем, именно мысль о трансгрессии как раз и дала толчок интересной гипотезе.

...Потоп был и вправду великим. Позднемеловая эпоха отмечена одной из наиболее крупных в истории Земли трансгрессий. Под водой оказались почти все низменности Европы, Северной Америки., И вообще, суши тогда заметно поубавилось.

Сорохтин заинтересовался этой трансгрессией по ряду причин. Среди них происхождение гайотов. Дело в том, что фиксисты тогда считали существование плосковершинных гор одним из доказательств своей правоты: мол, это прямое подтверждение исключительно вертикального погружения океанских впадин. А Сорохтин вывел формулы, из которых следовало, что погружение морского дна все-таки сочеталось с его горизонтальным перемещением. Вопрос о гайотах стал для него принципиальным.

Почему гибель строителей атоллов произошла именно в альбсеномане? Ведь в это же время такие же кораллы, населявшие мелководные акватории на затопленных участках материков, благоденствовали. Местами их рифы тянулись бесконечными барьерами. Неплохо жилось тогда и другим многочисленным обитателям шельфовых зон. О том поныне сохранились весьма впечатляющие свидетельства: мощные отложения писчего мела. Они известны в Южной Англии, в Северной Франции, в других местах. У нас в стране их наверняка приметил каждый, кто ездил из средней полосы на юг,— это меловые горы под Белгородом.

Кораллы крайне чувствительны к малейшим изменениям среды обитания. Вода должна быть теплой —не менее 20, но и не более 30°С. Достаточно соленой, но не чрезмерно. Они не переносят мутную воду, поэтому никогда не селятся вблизи устьев рек. Им нужен свет. Вернее, не столько им, сколько зооксантеллам — водорослям, обитающим в их тканях. Те снабжают клетки полипов кислородом, углеводами, аминокислотами (асами получают у хозяина углекислоту). Зооксантеллы не могут без солнечного света. Значит, и кораллам, строящим рифы, не жить на глубине. И уж без чего существование полипов совершенно немыслимо, так это без соединений кальция. На каждый квадратный метр колонии их требуется примерно килограмм в год. Иначе не из чего строить дом.

Однако именно с кальцием в альб-сеноманском океане было не совсем ладно. Существенную роль в его поставках играет речной сток, главным образом с континентальных равнин. Но ведь в те времена треть суши была затоплена! Подсчеты показывают, что карбоната кальция тогда поступало с материков по крайней мере раз в шесть меньше, чем сегодня.

Тем более странно, что при таком явном дефиците где-то нарастали массивные меловые слои и протяженные рифы — мощнейшие отложения именно карбоната кальция. Подобными щедротами не отличались даже эпохи, не испытывавшие в кальции недостатка.

Что же в меловом периоде помогало (или заставляло) осаждать известняки в отдельных местах буквально со сверхактивностью? В основном это происходило на затопленных зонах континентов. Конфигурация материков именно к том времени претерпела значительные изменения (так, по крайней мере, следует из неомобилистских реконструкций).

Существовавший длительное время суперматерик Пангея, который заключал в себе почти всю сушу Земли, стал дробиться. В результате этого в юрском периоде (180—160 млн. лет назад) начали образовываться Атлантический и Индийский океаны. Затем в мелу появились новые самостоятельные плиты с обособленными материками: Северо-Американская, Евразийская, Южнот Американская, Африканская. Австралия и Антарктида были еще едины, но от них успел отколоться Новозеландский микроконтинент. Индия отделилась от Африки отправилась в дрейф на северо-восток — к своему будущему азиатскому причалу. По северному краю древнего океана Тетис, омывавшего берега Индостана, возникла сложная система островных групп — архипелагов.

На земле в то время во много раз увеличилась общая протяженность береговых линий, шельфовых зон, площадь мелководных морей и заливов.

Но раз зеркало водной поверхности на планете стало обширнее, значит, Земля поглощала больше солнечных лучей. Это одна из причин очень теплого климата в меловом периоде (137—67 млн. лет назад). Особенно хорошо прогревались и освещались мелководья. Там на многие века установился режим, в высшей степени благоприятный для развития разных форм жизни. Меловой период, как известно, тоже отличается настоящий биологическим взрывом. Причем особенно плотно была заселены как раз мелководья.

Не менее важно, что большинство их оказалось в тропической засушливой зоне. Это означает отсутствие холодных сезонов и круглогодичное энергичное испарение воды.

Вот оно — наиважнейшее обстоятельство! Сильное, непрерывное испарение на большой площади мелководья Сорохтину представлялось подобным мощнейшему насосу, выкачивающему воду из глубин океана.

При таком «выкачивании» на мелководье неизбежно должна была увеличиваться концентрация солей, растворенных в морской воде, в том числе, конечно, и соединений кальция, То есть создавались условия, наиболее подходящие прежде всего для потребителей именно этих химических элементов.

Итак, мощная биомасса, быстрая смена поколений... Вот почему образовались те слои писчего мела, грандиозные отложения других известняков, многоверстые рифы.

А откуда «насос» качал воду? Ну разумеется, из центральных областей океана. Там, наоборот, создавался хронический недостаток соединений кальция. И это еще при том, что поступление кальция с континентов сильно сократилось. А вулканические острова, обросшие кораллами, находились именно там, в центральных областях океана. Выжить им было трудно. Скелеты кораллов становились тонкими, хрупкими, прибой их легко разрушал, Это продолжалось многие века подряд. Гибель океанских кораллов стала массовой.

В общем, логика подвела к тому, что начало гайотам положил известковый голод в океане.

Пик того великого потопа длился миллионы лет. За это время бывшие атоллы, увлекаемые движением литосферных плит, переместились ближе к окраинам океана и погрузились в его пучину. На глубине в сотни метров колонии кораллов уже не могли возродиться, плоские вершины гайотов так и остались мертвыми.

Такова научная версия. Согласитесь, она выглядит вполне правдоподобно. События, как будто не имевшие друг к другу отношения, становятся, как многое в неомо-билизме, жестко связанными между собой.

Однако, кроме того что эта оригинальная версия интересна сама по себе, она наводит на мысль о крайне важных исторических параллелях.

...Мировой океан знал немало наступлений на сушу и отступлений. Его уровень менялся не раз достаточно заметно, хоть и медленно. Но все эти колебания не идут ни в какре сравнение с двумя «великими потопами» — трансгрессией в позднемеловой эпохе и со столь же грандиозным затоплением суши, которое началось еще раньше, в кембрии (возможно, в конце венда). Ничего подобного этим двум событиям за последние 0,5 млрд. лет на Земле не было.

Вот в самых общих чертах география кембрийского исчезнувшего мира (570 млн, лет назад), какой она выглядит согласно неомобилистским реконструкциям. Все будущие южные материки были объединены в так называемой Гондване, В Северном полушарии — пестрая мозаика больших и малых блуждающих континентов. Современные названия подходят к ним, пожалуй, лишь условно. У Северной Америки еще нет западной части и большого куска восточной. Обособленно лежал Восточно-Европейский континент. Сравнительно недалека От него — маленький Средне-Европейский, Обширное водное пространство Палеоазиатского океана отделяли их от Сибирского и Китайского материков. А в стороне располагалась целая серия небольших массивов суши -Центрально-Казахстанский, Таримский, Индосинийскиш Со стороны Сибирского континента океан обрамляла система островных архипелагов, разъединенных многочисленными проливами и внутренними морями. О тех архипелагах и поныне многое напоминает на Алтае, ц Западных Саянах, в Туве.

Палеоатлантический и Палеоазиатский океаны можно считать некоторым подобием современной Атлантики. Кроме них, был еще огромный, омывавший почт» все континенты океан — аналог Тихого.

Итак, для географии суши в кембрии, как и в меловое время, характерна очень большая протяженность прибрежных районов, а значит, множество мелководных морей, заливов, лагун, бухт. Во время наступления океана все низменности на материках были затоплены и превратились в неглубокие акватории.

В кембрии, как и в меловом периоде, на всей Земле наступило значительное потепление.

Следовательно, можно говорить о том, что в районах мелководья шло сильное испарение воды, а концентрация солей (в том числе соединений кальция) в неглубоких морях и заливах увеличивалась. Получается, что в кембрии работал тот же, что и меловое время, «насос», перегонявший воду из океана к шельфу. 1

Однако среди обитателей моря еще не было ни кораллов, ни других активных потребителей кальция. Правда, предшествовавший венд уже располагал не только водорослями и простейшими. Но вендские животные, кан вы помните, оставались исключительно мягкотелыми организмами: подобия медуз, плоских червей, перистовидные полипы, животные, тела которых напоминали круглые фонарики с расходящимися в стороны лучами; встречались мелкие существа, обрамленные ресничками. И вдруг произошло полное крушение этого вроде бы прочного, устоявшегося мира. Вот уже полтора века геологи ищут этому объяснение. Гипотезы сменяют одна другую.

Высказывалось предположение, что, мол, существовавшие прежде мягкотелые животные оказались не защищенными от хищников и потому погибли, выжили только те, кто обрел прочную оболочку. Обсуждали состав воды. Якобы сначала в океане был излишек угле\_-кислоты. Она растворяла карбонат кальция, пригодный для сооружения раковин. Позже расплодившиеся водо-росли значительно уменьшили количество углекислоты, и тогда часть карбоната кальция оказалась нерастворенной, она могла пойти на строительство твердых оболочек для животных. Образование скелетов ставили в зависимость от соотношения солей кальция и магния, которое будто бы именно с кембрия резко изменилось. В этой гипотезе не учитывается, что у многих древнейших животных раковины были не кальциевые, а фосфатные и кремниевые, следовательно, соотношения кальция и магния тут явно ни при чем. К решению загадки кембрия привлекали космические силы: резкое увеличение радиации от вспышки сверхновой звезды где-то вблизи Солнечной системы.

У большинства и этих гипотез все тот же общий недостаток — однобокость. В них не принимается в расчет комплекс кембрийской обстановки, обсуждаются лишь отдельные предположительные особенности того периода.

Да, гибель большинства мягкотелых животных венда похожа на вселенскую катастрофу. Появление существ, имеющих твердые скелеты и прочные оболочки, напоминает тотальное нашествие. А р-азвивались события, по-видимому, так.

Вендские животные занимали, понятно, наиболее благоприятные для обитания места — мелководья. У них было время приспособиться к условиям своей среды — венд длился почти 100 млн. лет.

Но началась кембрийская трансгрессия, и все в их жизни стало существенно меняться: климат, состав воды, питание. Организмы должны были приспособиться к избытку кальция в воде. Им следовало научиться либо как-то нейтрализовать в своем обмене веществ избыток кальция, либо утилизировать его. Вероятно, именно это и определило появление многочисленных животных, оснащенных раковинами, скелетами и панцирями. Археоциатов иногда называют древними кубками. Это наиболее распространенная форма их тела. Они селились колониями на дне акваторий. Их скелет — словно
бы пропитанные известью ткани. Двустворчатые раковины брахиопод напоминают раковины современных моллюсков — наружный склад кальция. Трилобитов за характерное строение тела часто именуют трехлопастными
раками. Их хитиновый панцирь на треть состоял из извести и фосфата кальция и отличался большой прочностью. Трилобиты неоднократно линяли, некоторые виды до 30 раз. А почему не обзаводиться почаще одеждой по росту, если материала для того сколько угодно? До нас дошли остатки их богатых «гардеробов».
Все эти животные появились именно в теплых мелководных морях, из которых почти совсем исчезла вендская фауна.

Кембрий еще называют фосфоритовой эпохой, потому что он подарил нам крупнейшие месторождения этой горной породы. Ее находят там, где когда-то были мелководья: в Казахстане, Сибири, Китае. Но ведь фосфорит — содружество фосфора и кальция. Как они оказались рядом именно в шельфовой зоне?

Ветры с суши отгоняли от берега в этих акваториях поверхностные слои. На их место из глубин океана поднимались воды, богатые фосфором. Это явление называют апвеллингом. Оно тем больше распространено на Земле, чем обширнее шельфовые зоны. У фосфора есть особенность: находясь в растворе, он постоянно готов соединиться с кальцием, чтобы выпасть в осадок. На больших глубинах в океане этого не происходит, мешает присутствие углекислоты. Поэтому там накапливается много фосфора. Иное дело на мелководье. Когда там начинается сильный приток глубинных вод, происходит встреча двух элементов, находящихся в изобилии. Выпадение осадка и образование залежей фосфоритов становится закономерным (одновременно с этим и кальций и фосфор воздействовали, конечно, и на живое население акваторий).

То, что кембрий богат мощными пластами фосфоритов, еще раз подтверждает: в тогдашних шельфовых водах была высока концентрация кальция, благодаря чему при глубоких генетических изменениях у организмов и мог свершиться один из самых крупных актов в развитии жизни на Земле—появление первых скелетов, панцирей и раковин.

У такого решения давней задачи есть и обратная проверка. Коль скоро кембрийская ситуация сходна с меловой (по крайней мере в отношении трансгрессии, климата множества мелководий и концентрации в них кальция), то меловой период тоже должен был оставить крупные образования фосфоритов.

Так оно и есть. Месторождения фосфоритов мелового периода известны давно на Русской платформе, в Африке и в ряде иных мест.

Перемещения литосферных плит, наступления океана определили географию планеты. От этого, в свою очередь, зависел климат. Он воздействовал на геохимию и биологию океана... Вот сколько могучих земных сил было задействовано одновременно! Так что для объяснения загадок кембрия, вероятно, нет необходимости привлекать еще и фантастические, внепланетные явления.

Остаются еще вот какие «почему». Первое. Почему кальциевый механизм проявился столь явно только в кембрий? Разве прежде на Земле не складывалось похожих ситуаций?

За ответом нам следует отправиться в знакомую лагуну в заливе Шарк Бей на западном побережье Австралии, где обитают современные цианобактериальные сообщества. У лагуны очень интересные особенности.

Это мелководная часть залива, отгороженная, словно порогом, поднятием дна, густо заросшего морской травой, что резко затрудняет циркуляцию воды в лагуне. Сам район расположен в полосе Великих австралийских пустынь. Воды здесь испаряется раз в 10 больше, чем выпадает с дождями, которые крайне редки. От этого концентрация солей в лагуне вдвое выше, чем обычно в морской воде. Здесь могут жить лишь немногие существа.

Остается добавить главное. Вода лагуны содержит много солей кальция. Его там так много, что корочки осаждающегося карбоната кальция цементируют ракуш-няки местного пляжа, быстро покрывают поверхность различных предметов в воде и на берегу, заполняют поры в строматолитовых постройках, похожих на невысокие тумбы ,или пеньки с округлыми вершинами. Советский ученый Георгий Александрович Заварзин недавно установил, что осаждение цианобактериями карбоната кальция связано с высоким содержанием в воде как солей этого элемента, так и поваренной соли. Сама она непосредственно в осаждении не участвует, но для организмов, образующих карбонатные корки, важно само ее присутствие. Многие современные строматолиты растут в некоторых районах вокруг выходов осолоненных вод. Да и в заливе Шарк Бей этой соли хватает.

Вот в какой обстановке чувствуют себя привычно цианобактерии. Она, надо думать, в основном приближается к той, в которой они появились впервые.

И еще. Для активного осаждения карбоната кальция синезеленым необходим свет. Недостаток его тормозит процесс. В лабораторном опыте при внезапном падении освещенности они останавливаются и дают «задний ход». Дойдя до границы света и тени, автоматически поворачивают назад. В этом отношении цианобактерии демонстрируют чувствительность на уровне современной измерительной техники. Они способны замечать разницу в освещенности всего в 4 процента. Но ведь их существование началось на Земле с небольших водоемов, уровень воды в которых постоянно рос. То было время нарождения Мирового океана. Не стремление ли оставаться поближе к свету, к поверхности водоема заставляло цианобактерий надстраивать свои строматолитовые дома? Благо, материала вокруг было в избытке.

Так что кальциевый механизм, надо думать, с большей или меньшей активностью работал еще и в архее, и в протерозое (известны водоросли, которые уже в те времена известковали свои ткани). Но с многоклеточными животными он, судя по всему, «пересекся» лишь в самом конце венда. Отсюда и приуроченность столь значительных перемен в их судьбе к кембрийскому времени.

Второе «почему» относится к великим (а также малым) потопам и к отступлениям Мирового океана. В самом деле, в чем их причина?

Это особый разговор.

АРИТМИЯ ПЛАНЕТЫ.

С той поры как моря и земная твердь начали делить между собой сферы влияния, и в самом деле стало «ничто не вечно под луной». Горные хребты рано или поздно рассыпались в прах. На их месте появлялись ровные, продуваемые насквозь пустыни. Моря убирались восвояси, когда приходил срок, обнажая дно с его бесчисленными завалами и необозримыми кладбищами. Толщи вечных льдов таяли, словно снежинки на детской ладошке. Видеть во всем этом только разрушительную работу времени, воды и ветра не приходится. Планету всегда донимали еще и иные силы, меняя климат, а то и само ее лицо.

Каждая такая смена становилась настоящей катастрофой для многих форм жизни. При этом постоянно кто-то кого-то пожирал, выживал с привычных мест и кто-то где-то начисто вымирал от невыносимых для него условий существования.

Достаточно бросить взгляд на палеонтологическую коллекцию, чтобы убедиться, сколь сильные изменения претерпевали живые существа с ходом истории Земли. Наименее древние горные породы содержат остатки организмов, которые сходны с ныне живущими. Но чем глубже лежат осадочные слои, тем чаще в них попадаются вымершие виды и меньше становится современных. Постепенно исчезают не только отдельные виды, но уже целые роды, семейства, классы животных и растений.

В каждом отдельном слое — свой состав погибших существ, в котором выделяются наиболее характерные окаменелости — остатки «руководящей», как говорят геологи, фауны (или флоры). Точно так же каждая «свита» слоев, каждая их система обладают общими Чертами растительного и животного миров. По остаткам фауны и флоры можно получить представление об отдельных геологических промежутках прошлого и привести их в хронологическую последовательность. Так родился чисто геологический отсчет времени по периодам существования тех или иных сообществ организмов.

Таков ключ к коду, которым зашифрованы тексты Великой каменной книги истории Земли. Окаменелость может дать более или менее четкое представление о некогда жившем организме и вместе с тем многое рассказать об условиях жизни и климате исчезнувшего мира.

Остатки одних видов морских животных и водорослей расскажут о давней беспокойной жизни теплого океана. Другие ископаемые — об океане холодном. Глядя на окатанные обломки раковин, перемешанные с песком и гравием, воображение рисует картину протяженного берега, растревоженного гулким прибоем. Осадки из мелких глинистых частиц, содержащие хорошо сохранившиеся раковины моллюсков, иглы морских ежей, свидетельствуют об исчезнувшем шельфовом мелководье. Наземные животные и растения, древесные стволы с корнями, еще погруженными в глину,— признаки того, что на этом месте была суша. В общем, история камня, развитие жизни и метаморфозы климата неотделимы друг от друга, ибо только вместе они составляют историю Земли.

В биографии нашей планеты, почти как и в жизнеописании человечества, обычно говорят о доисторической эпохе, древней истории, средних веках и новом времени. О первой у нас уже шла речь. Ей-то и обязана наша планета тем, что к палеозою (древняя жизнь) уже везде господствовали довольно развитые организмы. С течением времени эта жизнь становилась богаче, очевиден ряд ступеней ее развития, они-то и расчленяют палеозойскую эру (570—230 млн. лет назад) на крупные геологические периоды каждый со своим населением, минералами, климатом. Хотя это расчленение установлено геологами давно, единого мнения о причинах такой природной периодизации у них нет поныне. Но к этому мы с вами еще вернемся. А сейчас продолжим наши маршруты по далеким временам. Нас ждет немало странного.

И первое — это значительные колебания климата.

Причем порой и одновременно на всей планете. С двумя такими резкими скачками мы уже имели дело. Помните? После вселенской стужи на юной Земле наступила, благодаря парниковому эффекту, исключительно теплая эра. А позже утрата атмосферой теплового экрана привела 2,4 млрд. лет назад к первому ледниковому периоду.

Однако причины тех климатических скачков были уникальны. Первый — начало дегазации, накопление в атмосфере углекислого газа. Второй — затопление рифтовой зоны с образованием единого Мирового океана и колоссальное изъятие той же углекислоты из атмосферы. С тех времен, как известно, дегазация Земли не прекращалась и океан из рифтов не уходил. То есть условия на планете вроде бы стабилизировались. А смена значительных похолоданий и потеплений почему-то продолжалась. Причем разница температур была по временам немалая. И каждая такая смена продолжалась, как правило, не века, не тысячелетия — десятки миллионов лет.

За теплым кембрием последовало похолодание, особенно в Южном полушарии. В Северо-Западной Африке до сих пор сохранились признаки оледенения, которое там было примерно 450 млн. лет назад. Эта снежная шапка конца ордовика и начала силура охватывала пространство от современных границ Марокко до Чада — почти до середины материка. Похолодание было, возможно, небольшое, но, по-видимому, коснулось всей планеты, так как ледники появились не в высоких горах, а на равнине.

На смену ему пришла засуха начала девонского периода, может быть, самая грандиозная в истории Земли. А середина девона и начало последующего карбона снова,. особенно в Северном полушарии, было отмечено более влажным тропическим климатом. Однако недолгим. К концу периода (300 млн. лет назад) похолодание охватило почти всю планету.

Это было одно из крупнейших оледенений. Южный полюс к тому времени переместился на • юг Африки. Мощный ледяной щит занял огромное пространство — до 45° палеошироты. Что это значило для всей Земли, можно приблизительно себе представить, если мысленно перенести ту ситуацию в Северное полушарие наших дней. В зоне вечной стужи оказалась бы вся европейская часть СССР вплоть до Кишинева, Одессы, Керчи, Краснодара и Астрахани. Истинно арктические холода добрались бы до Будапешта, Вены, Мюнхена и Парижа.

Кстати, именно мобилизм дал убедительное объяснение этому долгое время остававшемуся таинственным феномену природы. До той поры пока считалось, что все южные материки и полуостров Индостан в карбоне и в перки пребывали на своих нынешних местах, приходилось признавать, будто границы ледников доходили до одиннадцатой параллели, занимая чуть ли не полпланеты. Ведь следы той могучей снежной шапки найдены в районах, разделенных сегодня океанами,— в Южной Америке, Африке, Индии, Австралии, Антарктиде. Только оригинальная идея о существовании вегенеровской Пангеи, объединявшей в палеозое все эти материки и впоследствии расколовшейся, прояснила реальную ситуацию того далекого прошлого.

После очередного скачка — после потепления в юре, мелу и частично в палеогене (190—60 млн. лет назад) — снова пришло похолодание, проявившееся в серии сравнительно недавних наступлений ледников.

Так почему же происходило все это на вроде бы вполне сформировавшейся планете? И еще неплохо бы знать, происходило ли это с педантичной монотонностью метронома или планету донимали приступы аритмии?

Тут уместно вспомнить об открытии нашего палеонтолога Сергея Викторовича Мейена из Геологического института АН СССР — ученого, отличавшегося большим вкусом к тонкостям своей специальности.

Как-то, знакомясь с коллекциями остатков растений раннекарбонового времени (предшественника эпохи великого оледенения), коллекциями, собранными в разных местах Восточной Сибири, Мейен крайне удивился тому, что все это были плауны. Непривычные виды, но бесспорные плауны, то есть растения теплолюбивые. А именно этим свойством им в данном случае не полагалось обладать: они росли сравнительно недалеко от тогдашнего Северного полюса (как установлено, полюса медленно перемещаются по поверхности Земли). Поскольку ископаемые плауны все-таки были плаунами, приходилось допустить вроде бы совершенно невероятное: в те времена на маковках планеты было... тепло.

Ситуация складывалась парадоксальная. Мимо такой не пройдешь. И Мейен углубился в изучение геологических подробностей тех мест. Выяснились интересные вещи.

В отложениях того же раннего карбона р50 млн. лет назад) в той же Восточной Сибири обнаружился гипс, который обычно откладывается в теплом засушливом климате. Получалось, что и в самом деле, как это ни удивительно, тогда район Северного полюса не знал морозов.

Позже ученый убедился: это в истории Земли не исключение.

Помню подвижное лицо Мейена, его живые глаза, даже, кажется, победное поблескивание очков в темной оправе — все в его внешности во время рассказа о завершенном исследовании передавало, сколько радостных минут он пережил, открыв такой феномен природы.

— Судя по палеонтологическим свидетельствам,— говорил он, морозные зимы захватывали полярные области лишь в отдельные эпохи.

Трудно быстро переварить такое. Еще труднее отойти от привычной мысли, что существование крупных полярных шапок снега и льда, подобных современным, не следует считать вечным. А Мейен продолжал:

— Мы должны искать ответ не на вопрос, почему в раннем карбоне или в какой-то иной эпохе у Земли не было ледниковых шапок, а на вопрос, отчего они иногда образовывались и меняли весь климат планеты.

Что ж, в таком случае великое пермокарбоновое оледенение исключительно вдвойне. Значит, все-таки аритмия. Тем интереснее попытаться выяснить ее причины.

Для нас с вами также важно, что ко всем значительным изменениям климата были приурочены более или менее крутые повороты в развитии жизни на Земле.

В силуре (440 млн. лет назад) растения стали заселять сушу. Как раз в эпоху похолодания, когда ледяная шапка занимала весь северо-запад Африки. Выли они мелкие, без корней и листьев, самые примитивные из сосудистых — псилофиты. Хотя странно, конечно, почему такая акция пришлась на малоподходящую по климату эпоху.

, О причинах выхода растений на сушу высказывались разные соображения. Говорили, например, о захвате свободных экологических ниш. Как будто их трудно было найти, не выбираясь из океана. И сегодня в морях плотно заселены хорошо прогреваемые, богатые пищей шель-фовые воды. А вдали от них — реденько. Для переселенцев — сколько угодно мест. Вряд ли в древнейшие времена было иначе. Так что для захвата свободных ниш нашлись бы закоулки и в более привычных подводных пределах. Поэтому сомнительно, чтобы кто-то по доброй воле стал бы вылезать на сушу — в с6И!ршенно чуждую среду. А коль скоро все-таки вылез, to, надо думать, не от хорошей жизни. Наверное, деваться было некуда: или переселяйся, или вымирай.

Мы с вами еще вплотную займемся тем, почему это, произошло именно в силуре и что могло создать тогда экстремальную ситуацию. Здесь же только давайте отметим: то было время одного из климатических сдвигов.

А вот чем оказались отмечены некоторые другие.

В связи с безморозным ранним карбоном, северное на селение которого так заинтересовало Мейена, ученый напоминает о важном обстоятельстве. Солнце тогда ходило по небу так же, как сейчас, и в высоких широтах оно на зимние месяцы скрывалось за горизонтом, после; чего, естественно, наступала теплая арктическая ночь.
И в этой темноте многие дни стояли заросли плаунов?
- Странный ландшафт! — говорил ученый.— Его трудно себе представить. Палеоботаники привыкли к облику еврамерийских плауновидных. Это были деревья с раскидистыми кронами. Совсем иначе выглядели арктические плауны. Через мои руки прошли тысячи!
экземпляров, но лишь в редких случаях я наблюдал ветвящиеся стебли. Обычно это прямые палки без ответвлений и веточных рубцов. Потолще у одних родов и видов, потоньше у других. Стволы росли несколько лет.
Получались длинные, не ветвящиеся, с пучком живых листьев наверху и ежиком отсохших пониже. Да, очень странный ландшафт: по берегам рек и озер унылая щетка из палок разной величины; некоторые стволы падают, вода подхватывает их и несет, наваливая кучами в заводях...

«Вымерла», по словам ученого, безморозность, вымерли и невероятные растения.

Когда в середине карбона в преддверье великого оледенения установилась сезонность климата, флора Земли по-своему отреагировала на такое «нововведение». Растения обрели способность с угасанием лета как бы засыпать. Они продолжали жить, прекращая рост до наступления теплых дней. О том сегодня рассказывают ископаемые корданты, которые одними из первых обрели в то время годичные кольца роста.

Переход от теплого мезозоя («средняя жизнь») к холодам кайнозоя («новая жизнь») ознаменовался (60 млн. лет назад) решающим событием в жизни, обитателей Земли. Появились теплокровные млекопитающие, животные, обладающие ценнейшим качеством при неустойчивости температуры воздуха — способностью регулировать температуру тела. Иными словами, способностью создавать для своей жизнедеятельности в некотором смысле искусственную среду. Живая природа в очередной раз продемонстрировала поразительную изощренность.

В общем, сильное действие климатического пресса на изменчивость земной биоты очевидно.

Каковы же причины крупных климатических перемен на нашей планете? Они так давно обсуждаются в науке, что, кажется, высказано все, что смогло предоставить на заданную тему человеческое воображение. Как водится, фигурируют и космические силы...

Это уже становится каким-то стандартом мышления — сталкиваясь с особо сложной проблемой, растерянно озирать заоблачные дали: не там ли ответ? Как будто наша планета начисто лишена динамичных сил, способных приводить в действие многоступенчатые процессы. Я уже говорил, что некоторые «космические» догадки, в общем-то, напоминают попытку отложить решение вполне земных проблем на потом. Хотя, конечно, Земля — часть Вселенной, и космос не может не воздействовать на нее. Вопрос, по-видимому, в степени воздействия.

Солнце для нашей планеты — главный излучатель энергии. Как без него представить себе формирование климата! Но сильные колебания этого климата... Оно ли за них в ответе?

Миллиарды лет назад наше светило действительно посылало на Землю гораздо меньше тепла и света, чем сейчас. Однако уже к началу палеозоя (570 млн. лет назад) особой разницы практически не существовало. Считается, что светимость Солнца весьма устойчива и растет очень медленно — около 1 процента за 100 млн. лет.

А пульсации? Хорошо известно, что активность Солнца (появление на его поверхности пятен, вспышек, протуберанцев с последующим коротким усилением радиации) растет и ослабевает Каждые 11 лет. Вдвое больший цикл — 22 года — чередование магнитной полярности пятен (смена знаков магнитных полюсов). Некоторые данные позволяют говорить о 90-летних циклах. Сравнительно недавно академик Андрей Борисович Северный с сотрудниками Крымской астрофизической обсерватории АН СССР открыл Пульсации Солнца с периодом 160 мин. Затем бирмингемская группа английских ученых обнаружила 5-минутные колебания.

На какую из этих пульсаций можно возложить ответственность смены климатов с неравными промежутками в Долгие миллионы лет?

Когда детально исследовали древние отложения в озерах Австралии, то установили, что периодические чередования плотности отложений с 11-, 22- и 90-летней цикличностью неизменны в течение всех последних 660 млн. лет.

— Никаких существенных изменений в солнечных циклах примерно за последний миллиард лет не произошло,— считает академик Северный.

Но может, дело в переменчивости положения поверхности Земли по отношению к потоку солнечных лучей?

О вероятности некоторого непостоянства земной орбиты астрономы заговорили еще в прошлом веке. Позже югослав М. Миланкбвич вроде бы даже нашел этому математическое обоснование: цикличность в десятки тысяч лет. Орбита Земли то вытягивается, то приближается к круговой, и наша планета временами оказывается то дальше от Солнца, чем обычно, то ближе. Это вычисленное для последнего миллиона лет «дальше» действительно совпало с недавними короткими ледниковыми эпохами, а «ближе» — с межледниковьем. Подобные вещи всегда впечатляют. Но восторги оказались преждевременны. Главное возражение: такие же непостоянства орбиты должны бы происходить и в более ранние эпохи, признаков же покровных оледенений в течение почти 200 млн. лет в мезозое и начале кайнозоя не обнаружено.

Как видите, космические силы далеко не всевластны
на нашей Планете.

А что же в семействе «земных» гипотез? Не обошли ли они своим вниманием изменчивость планетарный
климатов? Разумеется, нет. Слово их авторам.

«Главное — концентрация водяного пара в атмосфере. Она выше — парниковый эффект сильнее, и наоборот. Отсюда сильные похолодания и потепления».

«Ничего похожего. К Земле, изолированной от Солнца облаками, приходит меньше энергии. Вот тут и наступает похолодание. С ним уменьшается испарение. А становится меньше облаков, лучше греет Солнце. Но приходит тепло, начинается активное испарение, появляется больше облаков. Опять похолодание»...

Кто тут ближе к истине — предмет дискуссий.

Вот еще одна гипотеза, очень популярная среди современных ученых. В ней главное — непостоянство содержания углекислого газа в атмосфере. С ним тоже, как вы помните, может быть связан парниковый эффект.

Ленинградский ученый, член-корреспондент АН СССР М. И. Будыко в конце 70-х гг. сделал интересные расчеты. Он произвел как бы оценку масс известняков и углеводородов, отложившихся в земной коре в разные геологические периоды. И отсюда вывел, как менялось, начиная с кембрийских времен, содержание углекислого газа в атмосфере.

Менялось, оказывается, сильно. Сегодня его концентрация упала до трех сотых процента. А 600 млн. лет назад была раз в десять больше. Уже в ордовике и силуре, то есть спустя 100 млн. лет, она начала уменьшаться. Но в девоне (еще через столько же) снова взвилась вверх — достигла почти половины процента. Правда, с той поры стала неуклонно снижаться. Неравномерно, с временными подскоками, но снижаться.

Все это выглядит особенно красноречиво в сопоставлении с рядом других расчетов. Первые касаются степени зависимости парникового эффекта от состояния атмосферы. Если бы в ней сегодня углекислого газа уменьшилось вдвое, это снизило бы среднюю температуру на Земле на 3—5°С. А если бы углекислоты вдвое возросло, то потеплело бы градуса на 2—4 (для полярных областей даже больше — на 5—9°С). Каков же должен был быть эффект во времена пиковых подскоков — в 10 раз и более!

Правда, тут надо учесть, что при большом повышении температуры происходит то, о чем говорится в предыдущей гипотезе,— усиливается испарение океана, Землю все плотнее окружает многослойная облачность, поверхность планеты недополучает солнечной энергии и потепление сокращается. Но это уже, так сказать, нюансы. Главное в прямой зависимости: больше углекислого газа в атмосфере — на Зеэдле теплее.

Справедливость зависимости была как будто бы Подтверждена и тогда, когда научились о приемлемой точностью (до полуградуса) определять палеотемпературы.
Тогда, похоже, изобрели «геологический градусник».
Его действие основано на соотношении изотопов кислорода—16 и 18. Дело в том, что в водяных парах концентрируется больше легкого изотопа 16. Чем холоднее воздух, тем труднее в нем удерживаться кислороду.
18, он возвращается обратно в океан. И наоборот, чем теплее на Земле, тем меньше в морской воде этого тяжелого изотопа. Однако где же раздобыть сегодня пробу той бирюзовой волны, что весело окатывала берега, скажем, меловых или горских континентов?

Задача не так безнадежна, как может показаться.
Тут есть одна хитрость. Коль скоро в морской воде существует определенное соотношение изотопов кислорода, то оно будет сохраняться во всех веществах, содержащих этот элемент и присутствующих в океане. Во всех, в том числе и в углекислом кальции, из которого многие жители подводного царства строят свои раковины.
Находить древнейшие, хорошо сохранившиеся раковины тоже непросто. Но это уже реальное занятие.
А дальше — вопрос совершенства техники химического
анализа. От нее — точность определений соотношения
изотопов кислорода в раковине. А значит, и достоверность палеотемпературы тех океанских вод, в которых; некогда пребывал давно исчезнувший хозяин подводного домика.

Таким «градусником» и удалось измерить средние палеотемпературы на поверхности Земли вплоть до кембрия. На графике это выглядит как волнистая кривая с буграми и ямами.
Так вот, ход кривой во многом совпадает с колебаниями концентрации углекислого газа в атмосфере в течение тех же сотен миллионов лет. Похожие подъемы и провалы. В девоне (400 млн. лет назад), когда средняя температура земной поверхности" поднималась до
очень высокой отметки — до 28°С, содержание углекисло
ты в воздухе составляло 0,45 процента — в 15 раз больше, чем сейчас (современная средняя температура земной поверхности 14°С). В юрском и начале мелового периода (200—100 млн, лет назад) уровень углекислоты достигал 0,25 процента, и климат был соответственно теплым: 22—27°С.

Но есть и серьезные несовпадения кривых. Конец ордовика (450 млн. лет назад) и силур отмечены оледенением, температура тогда упала ниже современной, а концентрация углекислоты была существенно выше. Еще раньше, в позднем кембрии, наоборот, при относительно пониженном ее уровне климат был очень теплом.

Эти противоречия не позволяют ряду ученцх согласиться с тем, что основной виновник сильных колебаний земных климатов найден. Они за признание другой гипотезы. В той главное — смена наступлении океана на сушу и отступлений (трансгрессий и регрессий).

Когда затопляются большие пространства материков, поверхность Земли уже иначе, чем прежде, отражает солнечную энергию, и это якобы все решает. Вода действительно поглощает существенно большую долю солнечного излучения, нежели суша, в некоторых случаях раз в десять (по сравнению с пустынями). Поэтому во время трансгрессий, когда очень сильно увеличивается пространство, захваченное морями и океанами, отражается гораздо меньше солнечной радиации. И потому на Земле должно наступить потепление. Климат будет более влажным. Ну а во время регрессии, наоборот, увеличивается площадь суши, и всему механизму отражения — поглощения полагается работать в противоположном направлении и приводить в конечном счете к похолоданию, к большей сухости атмосферы.

Такова гипотеза: смена трансгрессий и регрессий— двигатель долговременных климатических колебаний на нашей планете.

Подтверждается ли она? Отчасти да. Скажем, начало величайшего наступления океана в кембрии -(570 млн. лет назад) действительно совпадает с потеплением. То же происходит и в начале мелового времени (135 млн. лет назад). Пермокарбоновое оледенение (300 млн. лет назад) приходится на регрессию.

А дальше, увы, противоречия. Ордовик-силурийское оледенение как будто связано с регрессией. Но она была относительно непродолжительной и, главное, произошла на фоне длительной трансгрессии — крупнейшей в палеозое, когда уровень океана поднимался на 300 м выше современного. И еще. Начало теплой и влажной юры (185 млн. лет назад) —это продолжение одной из самых глубоких регрессий океана. Он отступил, обнажив огромные пространства суши. Однако «полагающегося» похолодания не наступило.

Вот такие есть несовпадения, мешающие и эту гипотезу признать справедливой.

Что же остается? Опять с надеждой вглядываться в космические дали? Не найдется ли там еще что-нибудь подходящее для управления земными делами? Известно, например, время оборота Солнечной системы вокруг центра галактики — галактический год продолжительностью 230 млн. лет. Некоторые климатологи уже примёриваются к этому циклу: совпадет — не совпадет?

Между тем их оппоненты справедливо утверждают, что силы земные далеко еще не познаны. Только искать неизученное следует не в ближайших пределах, не на поверхности.

По их мнению, наиболее вероятные колебатели климатов— все-таки углекислый газ и подвижность уровня гидросферы, А как же противоречия? Оказывается, таковые существуют лишь до тех пор, пока не задаешься вопросом об устройстве механизма, регулирующего прибыль и убыль
углекислого газа в атмосфере, и пока не спрашиваешь о причинах трансгрессий и регрессий.
Что ж, давайте зададим себе и эти вопросы.

Основные поставщики углекислоты — рифты и вулканы. Колебания концентрации углекислого газа в атмосфере во многом совпадают с тем, в каком количеств\* поступали на поверхность Земли вулканические породы Эти поставки тоже были неравномерны. Отчего? «Оттого, что с разной скоростью происходило перемещение плит»,— утверждают мобилисты.

Да ведь и спрос на углекислый газ не был всегда постоянным. То «вошли в моду» скелеты, то растительность заполонила материки... Потребление росло. Огромное количество углекислоты, законсервированной в морских осадочных отложениях, ушедших на сушу, в значительной степени изымалось из оборота. Отсюда, по-видимому, неуклонное снижение ее концентрации, начиная с девона. Бывало, конечно, что потребителей становилось меньше. Тогда соответственно и концентрация не снижалась.

Теперь надо поинтересоваться, отчего могли наступать трансгрессии и регрессии Мирового океана.

На этот счет известны принципиально различные точки зрения. Фиксисты, отрицающие дрейф континентов, видят причину только в вертикальном перемещении блоков суши, вызывавшемся периодическим разогревом и охлаждением верхней мантии. Тут остается совершенно непонятным, как возникают сами тепловые метаморфозы. Не говоря уж о том, что абсурдно предполагать, будто все материки могли разом, словно по команде, опускаться или подниматься. Между тем глобальность трансгрессий и регрессий доказана.

Среди мобилистов наиболее признана идея известного американского исследователя Тихого океана Генри Менарда из Скриппсовского института в Калифорнии. Суть ее в следующем. Изменяется сам объем океанских впадин. Образование протяженных срединных хребтов на дне океана должно вытеснять огромные массы воды и приводить к повышению его уровня. Временная смена режима строительства подводных гор способна действовать в противоположном направлении.

Подсчет объема поступившего из подводных рифтов материала за последние 160 млн. лет подтвердил реальность идеи Менарда. С конца юры и в течение почти всего мелового времени (J40—80 млн. лет назад) уровень океана должен был все время повышаться, а затем, начиная с верхнего мела, падать. Так следовало из расчетов. Так было и по сведениям полевых геологов. Может, случайное совпадение?

Олег Георгиевич Сорохтин из Института океанологии АН СССР (мы с ним уже встречались) решил углубить идею Менарда, отправившись с ней в более ранние палеозойские времена. Но здесь дно современного океана уже неважный помощник — пород древнее юрских там нет (не случайно идею Менарда проверяли на сравнительно молодом материале). Как быть?

Сорохтин сделал чисто теоретические расчеты для всех последних 600 млн. лет, включая более близкие к нам мезозой и кайнозой. Он резонно рассудил, что если его, скажем, мезозойские результаты не придут в противоречие с геологическими реальностями, то, значит, можно будет считать близкими к истине и выкладки по палеозою.

А исходил он еще вот из чего, Трансгрессии должны наступать тогда, когда увеличивается скорость спрединга (раскрытия океанскрто дна). Дело в том, что в это время образуется хребты с пологими склонами (подтверждается рельефом современного Восточно-Тихоокеанского поднятия, где скорость спрединга от 5 до 18 см в год). Такие хребты — это более тонкие плиты, расходящиеся в обе стороны от рифта. А чем тоньше Плиты, тем они легче и не так глубоко тонут, остывая По пути к океанским окраинам. Но более высокое положение дна это, в сущности, и есть подъем всей чаши океана, а значит, и уровня воды.

Когда же дно раздвигается медленнее, склоны срединных хребтов круче (так- выглядит дно в Атлантике, где спрединг нетороплив — от 2 до 4 см в год). Отяжелевшие плиты, расходясь, ниже погружаются в разогретую пластичную верхнюю мантию. Общий объем океанских впадин растет, а уровень воды в них, понятно, падает. Моря отступают с материков. Начинается регрессия.

Это, конечно, была чистая теория. Однако лишь до тех пор, пока Сорохтин не сопоставил ее с реальностями современного океанского дна. Кое-какие отклонения обнаружились, но не настолько существенные, чтобы усомниться в справедливости самой идеи пульсирующего раскрытия рифтов.

Выходит, все дело в скорости спрединга? Но от нее же зависит и степень дегазации мантии, то есть сколь велик будет прямой приток углекислого газа в атмосферу. Кроме того, чем быстрее раскрываются рифты, тем активнее становится также поддвиг плит, и там, в зонах субдукции, больше перерабатывается морских пород, в которых законсервирована колоссальная масса углекислоты. Она частично возвращается в атмосферу.

Получается, что колебания уровня океана и колебания состава атмосферы должны происходить почти синхронно.

По-видимому, так порой и бывало. В девоне, триасе, мелу. И только. В другие же времена синхронность или лишь угадывается, или ее нет совсем. Почему? Ну конечно, все дело в потребителях углекислого газа. Смотрите.

Ордовик и силур — в общем-то, развитие трансгрессии, хотя и осложненное непродолжительным отступлением океана. Но кембрийское «поветрие» обзаводиться скелетами уже распространилось настолько широко, что начинает «выедать» (вместе с кальцием) углекислый газ из океана и косвенно из атмосферы. Концентрация его там падает. А с ней и средняя температура на поверхности планеты. Чему, надо думать, также способствовала кратковременная регрессия. К тому же и суша тогда объединилась в два крупных континента, а Южный полюс пришелся на один из них. В результате — памятное оледенение.

Кстати, здесь, пожалуй, можно поискать ответ на вопрос о причинах выхода растений на сушу. Но поискать, разумеется, не на путях «колонизации» или захвата свободных экологических ниш. Совсем в другой стороне.

Регрессия — это не только конец затоплению больших материковых пространств. Для планетарной биоты это потеря самых благоприятных для жизни мест — теплого шельфового мелководья. Отчего одни терпят полное крушение, другим выпадает несладкая доля «беженцев» — вынужденное переселение становится буквально всеобщим.

Но существуют в это же безвременье и третьи — те, что остались в водоемах, отделенных от океана и занявших прибрежные низменности. Здесь организмы пребывают как будто в прежних условиях. И вместе с тем к прежнему возврата нет. Водоемы, медленно пересыхая, оставляют после себя заболоченные пространства или обнажившееся, хотя и богатое еще влажным илом, дно. То есть среду, в которой вполне можно существовать, не имея пока корней для добычи питания из земли, используя главным образом привычный водорослевый механизм фотосинтеза.

Назад уже дороги нет. Но и давление новой среды не убийственно, хотя оно постоянно на протяжении долгого периода. А главное, этот прессинг имеет четкое направление в «сухопутность». Иными словами, обстановка не катастрофичная, времени для отбора полезных в новых условиях генетических «новинок» предостаточно. Можно, так сказать, спокойно эволюционировать—превращаться в истинного наземного жителя.

Но почему в таком случае это произошло именно в силуре? Океан не раз отступал и раньше, предоставляя своим жителям ту же возможность.

Океан-то отступал, да его население было иным. Многоклеточные водоросли по-настоящему расселились в нем лишь к позднему докембрию. Поэтому вр время той регрессии, что произошла в венде, они еще, надо думать, не располагали необходимыми для столь серьезной акции внутренними ресурсами, если хотите, запасом прочности. Хотя не исключено, что «пробы пера» были! и тогда. Возможно, ограниченные какой-то небольшой I местностью или просто неудачные...

Однако вернемся к тому, кем и как расходовался углекислый газ. К девону (400 млн. лет назад) его потребление теми морскими жителями, что обзавелись скелетами, по-видимому, стабилизировалось. И потому его концентрация в атмосфере достигла своего пика. Чему помогла, конечно, и трансгрессия океана, поднявшаяся до наивысшего в палеозое уровня. Два важнейших события наложились одно на другое, усилив действие каждого. Девон стал самым теплым периодом. Вспомните, средняя температура тогда поднималась до

28°С.

Ясно, что биосфера не замедлила отреагировать на столь благоприятную обстановку. В морях очень широко распространились тепловые кораллы. А на суше к концу периода бурно начала расселяться наземная растительность, которая еще не так давно лишь сиротски жалась к побережьям.

Это расселение, особо развившееся в начале следующего геологического периода — карбона, съело большую часть запасов углекислого газа. Пополнение же их резко сократилось, так как пришло время регрессии. Зеркало океанов уменьшилось, как и накопление энергии.

К тому же наиболее крупные материки объединились в огромнейшую Пангею с ее резко континентальным климатом и «квартирующим» Южным полюсом. Наступило то великое пермокарбоновое оледенение, когда ледники опускались до 45° палеошироты. Здесь уже наложились отрицательные факторы, тоже усилив действие друг друга.

Отступление океана снова обнажило дно мелких морей, погубив огромную часть их обитателей. Большая ледовая шапка вытеснила с обширных пространств наземную растительность. А где она осталась, ее угнетала продолжительная засуха. Спрос на углекислый газ явно упал. Его содержание в воздухе к середине Перми подскочило.

Но ненадолго. Потепление сократило площадь ледников и внесло оживление в биосферу. Накопленный избыток углекислоты быстро ушел, а прибыль еще была слабой — регрессия продолжалась.

Только к юре она сменилась на новое медленное наступление океана. Опять увеличилось пополнение углекислого газа, хотя особенно резкого скачка его концентрации не произошло. Быстро рос потребитель — новоселы множества новых мелких морей, густеющая наземная растительность. Да и изъятие сушей морских корбонатных отложений стало очень крупным. Оно росло о появлением каждого нового архипелага островов, с каждым столкновением микрокойтинентов и материков.

В последующее меловое время трангрессия становилась все больше, она достигла максимума. Этот щедрый поставщик быстро восполнял убыток углекислого газа в атмосфере и океане. И вот следствие — новая долгая" полоса очень теплого и влажного климата. «Безморозного», как о таком же сказал палеонтолог Мейен.

Но в конце мелового времени уровень океана опять стал опускаться. Пошло на убыль содержание углекислоты в воздухе. Да и общая площадь континентов, как вы помните, увеличилась—приблизилась к современной. Понизилась температура. В биосфере это время настоящей катастрофы. Вымерли не только динозавры, но и масса подводных жителей — аммониты, белемниты, целые семейства двустворчатых моллюсков...

С той поры и поныне отступление океана продолжается. Как и убыль углекислого газа. Потребителей-то не стало меньше. Продолжается похолодание. Как долго оно продлится? По-видимому, до следующей трансгрессии, которая начнется в соответствии с установившейся земной цикличностью примерно через 60 млн. лет. Так, по крайней мере, следует из расчетов Сорохтина.

Серьезно ли это? На чем основывается такая уверенность? И что определяет саму цикличность?

Конечно, сейчас мы займемся и этим, самым главным. Но прежде давайте отметим: взаимодействие двух процессов — колебаний уровня океана, прибыли и убыли углекислого газа — в принципе соответствует реальному ходу смены земных климатов. Конечно, здесь это представлено лишь схематично. Но согласитесь, то, что не обнаруживается явных противоречий, уже немало.

Теперь о цикличности. Ее начало в глубинных недрах планеты. И связано опять же с расслоением вещества Земли по плотности и с ростом ее ядра. Вспомните: оно двойное — твердое (в центре) окружено жидким (расплавленным), на поверхности которого и происходит наращивание его массы. Вот как развивает этот «сюжет» Сорохтин, полагаясь на свой привычный физико-математический инструмент. С помощью одних уравнений он уже рассчитал процесс образования ядра, другие вывел дополнительно.

Из первых следовало, что для выделения в сердцевину Земли необходимого количества железа вся мантия много раз должна была Пройти через нижнюю зону разгрузки. Удалось вычислить, сколько времени занимал каждый такой полный оборот, то есть каждый цикл конвективных течений,— приблизительно 150—200 млн. лет.

Сорохтин пришел к выводу, что режим перемещений мантийного вещества непостоянен. Причины? Тут дело в особенностях самой циркуляции. Отдав жидкому ядру часть окислов железа (только часть — это важно), мантийное вещество становится легче и постепенно всплывает. Когда этот мощный восходящий поток достигает коры, он растекается в стороны, приводя в движение литосферные плиты и отдавая на их строительство, а также гидросфере и атмосфере немало легкоподвижных элементов и соединений. Отяжелевшая от таких потерь и охладившаяся верхняя мантия формирует нисходящий поток, опускающийся к поверхности ядра. Так повторялось не раз.

Со временем между восходящим и нисходящим потоками в мантии создаются как бы застойные зоны. Там сохраняется вещество, прошедшее менее интенсивную разгрузку и, следовательно, более плотное. Поэтому в таких зонах через какое-то время возникают свои нисходящие течения, порой не совпадающие с направлениями прежних. Происходит дробление потоков. При этом интенсивность каждого в отдельности снижается.

Понятно, что если замедляются мантийные течения, то убывает скорость спрединга. Начинается регрессия океана, слабее становится дегазация земных недр.

Однако разгрузка окислов железа на поверхности жидкого ядра продолжается. Направление мантийных потоков постепенно стабилизируется, и скорость их начинает расти. Снова убыстряется раскрытие океанского дна. Наступает трансгрессия. Ускоряется также поддвиг плит. Атмосфера больше получает углекислого газа.

Со временем все повторится: придут в движение вновь образовавшиеся застойные зоны, замедлится циркуляция мантийного вещества...

В соответствии с «расписанием» чередующихся циклов в современной мантии пониженная скорость течений. О том же, по мнению Сорохтина, говорят данные геофизики и геологии. И конечно, сама нынешняя регрессия. Теоретическая длительность циклов конвективных ячеек в мантии подтвердилась периодичностью реальных смен крупнейших трансгрессий и регрессий. Вот на чем базируется прогноз продолжительности современного отступления океана.

Как видите, поиски причин длительности колебаний климата на нашей планете, вызывавших крупные перемены в составе земного населения, привели нас туда же—в ее глубинные недра. Там, на поверхности растущего расплавленного ядра, начало тех колебаний, а значит, и тех перемен.

Впрочем, здесь есть одно немаловажное обстоятельство, которое никак нельзя оставить в стороне. У климата на Земле бывали и другие, не столь контрастные (по температуре) перемены. И чередовались они гораздо чаще: от одного геологического периода к другому и даже внутри них. Скажем, в ранней юре средняя температура на Земле была 2ГС, а в поздней поднялась до 28°С. Но в раннем мелу опять упала. В течение мелового периода вообще отмечено два климатических максимума и два минимума. А непродолжительное оледенение позднего ордовика? Все это тоже, конечно, оставило свой отпечаток на развитии земной жизни.

Какие же тут работали силы? Известны ли они науке? Может, причина все же во взрывах сверхновых звезд, после которых мощный поток космических лучей обрушивался на земные организмы, перекраивая в очередной раз их наследственность? Что ж, и об этом говорят некоторые ученые. Однако стоит вспомнить и о других, хотя и менее скромных событиях. К их познанию привело детальное изучение дна океана.

Там нашлись следы относительно непродолжительных ускорений и замедлений спрединга. Они не были редкостью в течение последних 150 млн. лет. Некоторые из них совпадают по времени со скоротечными небольшими трансгрессиями и регрессиями.

Конец, мела и начало палеогена (63—76 млн. лет назад). Тогда значительно ускорилось раскрытие океанского дна. На фоне общей все углубляющейся регрессии непродолжительный «всплеск» затопил немалые пространства суши. В результате после небольшого похолодания снова потеплело. Средняя температура в Скандинавии и Сибири стала близкой к субтропической — не ниже 16°С. Северная граница тропического климата продвинулась в Западную Европу, в центральные ббласти европейской части СССР, на Дальний Восток, достигла даже Аляски. На острове Элсмир, в арктической части Северной Америки, благоденствовали черепахи, крокодилы, а у его побережья — теплолюбивые рыбы. Там же, за Полярным кругом, расселилась субтропическая растительность.

Но вот 38 млн. лет назад средняя скорость спрединга падает вдвое. Что за тем следует? Опускается уровень океана. Он даже ниже современного. Сильнее контрасты зимы и лета. По планете гуляют стылые ветры олигоце-новой эпохи. Похолодание углубляется.

Достаточно было примерно 10 млн. лет назад, в середине миоцена, опять ускориться спредингу (в 1,5 раза), как средняя годовая температура на Земле поднялась на 5°С. Трансгрессия была быстротечной. Раскрытие дна океана вскоре снова замедлилось, уровень моря упал на 150 м. Похолодание углубилось. И обитатели планеты пережили очередные драмы и обновления.

Для последних 135 млн. лет такая пульсация скорости спрединга установлена вполне достоверно. Но разве из этого не следует, что похожий режим всегда был свойствен подвижности океанского дна? Что противоречит такому выводу? Он, кстати, мог бы объяснить, отчего в позднем ордовике на фоне общей колоссальной трансгрессии, длившейся примерно 200 млн. лет, стала возможной кратковременная регрессия, причастная к возникновению памятного оледенения и не менее причастная к выходу растений на сушу.

Согласно расчетам у таких сравнительно непродолжительных ускорений и замедлений спрединга тоже вроде бы есть свбя периодичность. Между максимумами проходит примерно 30—40 млн. лет. Что же их определяет?

Есть две версии. Обе появились в Институте океанологии АН СССР,

Повышенные скорости — это начало действия нового участка спрединга на Земле; миллионы лет копилось напряжение в плитах, и вот — раскол, образовался рифт или еще одна зона поддвига. Это утверждает геофизик Анатолий Александрович Шрейдер.

Его коллега Леопольд Исаевич Лобковский считает, что дело в ином — в тепловом режиме течений, несущих на, себе плиты. От трения мантийный материал разогревается и становится менее вязким. Скорость течений растет. Но и сцепление с плитой уменьшается. Под ней как бы появляется смазка. Плита начинает отставать. Однако восходящее мантийное течение уже не успевает за подвижностью горизонтального потока. И он слабеет. Его скорость убывает. Но тогда уменьшается трение и прекращается дополнительный разогрев. Вязкость материала становится прежней, а с ней и хорошее сцепление с плитой. Она вновь набирает скорость. Цикл завершен.

В дальнейшем пульсация возобновляется. А с ней — аритмия последующих планетарных событий.

Вот такие две интересные версии. Какая ближе к истине? Не исключено, что реальны обе. В самом деле, если образуется новая ветвь рифта, то становится больше подводных вулканов, и атмосфера больше получает углекислого газа. Хотя эффект, конечно, не столь уж значителен, поскольку протяженность новой ветви рифта относительно невелика. Или представьте себе второй вариант. Раздвигающиеся плиты, с появлением под ними подобия смазки, замедлили свое движение. Что происходит в это время в рифтах? Формируются более толстые фрагменты плит. Потяжелев, они глубже погружаются в мантию и тем самым увеличивают объем океанского ложа. Начинается падение уровня океана. Но оно сравнительно непродолжительно. С утратой «смазки» плиты обретают прежнее сцепление с несущим их потоком и вновь движутся быстрее. Рифт уже не успевает наращивать им прежнюю мощность. Худея, они как бы всплывают. Регрессия прекращается.

Тот и другой процессы могли действовать и порознь, и одновременно, усиливая друг друга или, наоборот, притормаживая. Но обе версии тоже говорят о том, что именно разные режимы подвижности плит — регулятор пресса, давящего посредством климатических колебаний на флору и фауну Земли. Просто в данном случае речь идет о более мелких зубчатых колесах все того же планетарного механизма.

Но разве во все времена исключительно из-за неустойчивости климата происходил калейдоскоп перемен в земной биоте? Ведь немало видов, родов, семейств все-таки продиралось через «огонь и воду» целых геологических периодов, с их нещадными чередованиями тепла и стужи, душной влаги и жесточайшей засухи. Продиралось с минимальными потерями. Но после этого вдруг по каким-то причинам или вовсе исчезали с лица Земли, или менялись до неузнаваемости. Так происходило не раз. И климатические сдвиги тут бывали непричастны к заключительной драме. Не в них было дело. А в чем?

НЕ ИСКЛЮЧАЯ КАТАСТРОФ...

...Денег в обрез. Но и времени тоже, пора ехать дальше. Надо покупать не торгуясь. Что в кбнце концов и делает Николай Иванович Вавилов. Иначе с этого мексиканского рынка никогда не уйдешь. Тут всего столько...

Он присаживается на корточки около разложенных на земле мешков с пестрой фасолью. Зачерпывает горсть семян. Внимательно рассматривает, даже губы сжал, русые усы нависли над подбородком. Какое здесь изу-йительное разнообразие фасоли! Конечно, он возьмет и эту пеструю, возьмет и коричневую, белую, крупную, мелкую,— ту, что уже приметил у других продавцов.

— Сюда, сюда, сеньор! — зазывают они странного человека в темном костюме, в белой сорочке с черным галстуком и в серой фетровой шляпе с высокой тульей. Какая удача! Он, кажется, собирается, купить все, что есть на их рынке.

А цепкий взгляд сеньора успел между тем пробежать по тыквам, разложенным повсюду. Боже, каких только нет! Больших, маленьких, круглых, как мячи, вытянутых наподобие колбас, суженных посреди, словно перетянутых бечевкой, овальных, приплюснутых, раздавшихся вширь, похожих на связку огромных апельсиновых долек... И бесчисленное множество цветовых оттенков. С таким разнообразием цвета и формы могут поспорить разве что перец и кукуруза. Вон у пожилого крестьянина в белом сомбреро, в домотканой рубахе навыпуск и холщевых штанах лежит горка убийственно жгучего перца; каждый — кроха величиной с ноготь. А напротив разложены настоящие гиганты в руку толщиной. Различия по вкусу только того, что Вавилову довелось попробовать, бесконечны.

О кукурузе разговор особый. Вот уже сколько дней он колесит по Южной Мексике, а пестроте сортов не видно конца. Что ни поле — своя кукуруза. На рынках тоже настоящий калейдоскоп. Кремнистая, с тонкими початками и крепкими, как камешки светло-желтыми зернами. Рисовая. У нее початки не длиннее пальца, а зернышки узенькие, с одного конца заостренные, похожие на птичьи клювики; брошенные на горячую сковородку, они взрываются, буквально выворачиваясь наизнанку и превращаясь в пухлые белые шарики, которые тают во рту; эта так называемая воздушная кукуруза — любимое лакомство детей и взрослых. У зубовидной, напротив, початки большие, тяжелые; зерна широкие, на каждом — выемка сверху, словно у коренного зуба; она кормовая. А сахарная? А перловая? А пленчатая? А... Можно перечислять до бесконечности, потому что здесь невероятное множество ее сортов и разновидностей. Их расцветка — настоящая радуга: от белой до черной, от темно-зеленой до темно-малиновой.

На крестьянских кукурузных полях Вавилов видел ее близких родичей из рода трипсакум, дикаря теосинте, который при созревании сам себя рассеивает. Этот сорняк так активен, что, кажется, дай волю, вытеснит со всех земель и кукурузу. Где только ее здесь не растят — от приморских низин до нагорий, что лежат выше 3 тыс. м, во влажных тропиках и в полупустынях.

Конечно, многоликость местных кукурузы и тыквы еще можно было бы отнести на счет вековых селекционных ухищрений индейцев. «А чьими усилиями,— спрашивает себя Вавилов,— создано разнообразие диких (да, диких!) перца, фасоли, хлопчатника?»

Интересная особенность: дикое какао мало отличается от культурного, дикая фасоль обвивает кустарники в горах, томаты не разводят, они просто так растут близ жилья. Порой трудно сказать, использует ли человек дикие растения, отобрав их сознательно для своих полей или просто потому, что они сами поселились около его хижины. На индейских базарах маленьких городов душистые и пряные растения, как правило, дикие, впрочем, многие плоды тоже.

Вавилов заносит в записную книжку еще одно важное наблюдение: «В диких лесах, покрывающих территорию Мексики, Гватемалы и других республик Центральной Америки, можно видеть в изобилии дикие плодовые, представляющие непрерывный ряд форм, связывающих современные культурные сорта с типичными дикарями».

Он перебрал в памяти те лесные и садовые авокадо, гвайавы, сливы, сапоты, боярышники, что встречал во время своих маршрутов, вспомнил буквально карнавальную разномастность кактусов на безводных плато, вспомнил о растущих вдоль дорог всевозможных бархатцах и циниях и дописал: «Здесь можно видеть воочию развернутый процесс формообразования множества энде-мичных видов».

...Озеро-Титикака. По одну его сторону — Перу, по другую — Боливия. Высота 3850 м. Дышится непросто, чувствуется разреженность воздуха. По озеру в нагруженном челне плывет индеец. С силой гребет, перенося весло то за правый борт, то за левый. Спешит по своим делам.

По берегам — поля лебеды. Ее здесь сеют как хлебное растение. И поля картофеля — привычного и вместе с тем совсем неизвестного. Вавилову попадались клубни весом до 1 кг. Тут вообще возделывают много незнакомых клубненосов, о которых русский земледелец, понятно, и слыхом не слыхивал: ока, ульюко, анью. Или вот еще картофельный брат — камоте. Похож на картошку по виду и вкусу. Вареный хорошо снимает жжение острого перца, которым перуанцы так любят приправлять пищу.

Дальше, за полями, раскинулись- степи, где пасутся стада альпак и лам. А почти у горизонта виднеются, вернее, лишь угадываются очертания древних каменных циклопических построек. Своеобразный мир.

Вавилов и его сотрудники открыли в Перу и Боливии такое разнообразие дикого и культурного картофеля, о котором прежде никто из ученых мира даже не подозревал.

Стоя над озером, он мысленно перебирает то, что увидел за последние месяцы на стыке американских континентов. В глазах пестрит, словно перед ним откинулась крышка сундука с сокровищами. Первозданные. Хлопчатник, волокнистые растения хенекен и сотол. Агава. Ее в глубокой древности использовали для изготовления своеобразной бумаги, заменявшей папирус.

В Мексике до 170 видов агав. А кактусов больше полусотни родов. Масличная чна. Дынное дерево. Ваниль. Восковое дерево. Георгины. Дурман. Тубероза. Табак...

Нет, всего, разумеется, не вспомнить. В одной Мексике 5,5 тыс. видов только деревьев и кустарников. Для сравнения: в европейской части СССР, включая весь Кавказ, их в 10 раз меньше. В маленькой Коста-Рике только орхидей около тысячи видов. А сколько каждый из них заключает а себе разновидностей!

Мексика и республики Центральной Америки располагают более чем половиной всех видов растений, обитающих на всём Североамериканском континенте. Это к тому же настоящее царство эндемиков — существ, встречающихся только здесь и нигде больше. Их полно и в Перу, Боливии, Эквадоре, Колумбии, Венесуэле.

Вдруг Вавилову приходят на ум слова, которые как бы высвечивают то главное, чем давно уже полнилась его душа, и которые точно передают все увиденное вокруг. Он спешит записать: «Пекло творения!»

Так формируется убежденность, что перед ним еще один «центр происхождения культурных растений». Позже он станет говорить о них шире — как об областях «развернутого видообразовательного процесса».

Почему такой процесс сосредоточен главным образом в немногих местах земного шара? Этим вопросом Вавилов задавался еще во время первой экспедиции в Иран и на Памир, где столкнулся с поразительным разнообразием злаков. Потом то же (даже в еще большей степени) обнаружилось в Закавказье, в Малой Азии и Северо-Западной Индии. Теперь-то ясно, что Закавказье — несомненный очаг происхождения большинства пшениц и ржи. И там, и в соседних областях — родина винограда, груш, черешни, граната, грецкого ореха, миндаля, инжира. В Грузии и Армении есть леса, состоящие почти сплошь из диких плодовых деревьев. Но главное в них — бесконечное разнообразие форм.

Еще Чарлз Дарвин писал: «Идея, что единство центра происхождения каждого вида есть закон, мне представляется наиболее надежной».

В определении таких центров многие ботаники руководствовались только поиском диких родоначальников тех или иных растений. Между тем некоторым «дикарям» удавалось очень быстро и широко расселяться. И 3?0 вводило ученых в заблуждение. Вавилов избрал другой критерий определения географических центров происхождения видов: наибольшее количество рас и разновидностей. oh установил, что именно области максимального разнообразия и есть центры формообразования. В самом деде, такое разнообразие — свидетельство творческих мук «природы, которым обязательно сопутствовали и множество «полуфабрикатов», и масса самого обыкновенного «брака». Так, скажем, местонахождение мастерской Гончара вернее всего определишь и по рядам сырых глиняных заготовок, и по череде готовых кувшинов да мисок, и по обилию черепков битых кринок.

В Иране, Закавказье и Афганистане обнаружилось более полусотни разновидностей одной только мягкой пшеницы, в то время как во всей Европе их едва наберется 15. Исключительная многоликость оказалась свойственной рису в Индии. Здесь Вавилов установил еще один центр, который был родиной и сахарного тростника, баклажана, огурца, манго, апельсина, лимона...

А как оригинален, своеобычен китайский первичный очаг! Во время своего путешествия по Синьцзяну Вавилов был поражен почти полным отсутствием многих растений, которые совсем недавно постоянно встречались ему по ту сторону Гималаев и Гиндукуша — в Афганистане и Индии. Но зато сколько здесь произрастало своего! Это была несомненная родина проса, сои, горчицы, женьшеня, гречихи. А где еще увидишь гигантскую редьку до пуда весом или такое множество непохожих друг на друга мандарин! Отсюда произошли также чайный куст, хурма, тунговое дерево, бамбук.

Обособленным центром было и Средиземноморье. Оно дало людям маслину, рожковое дерево, свеклу, другие овощи.

Еще один очаг составляли Эфиопия и Йемен. По числу растений он невелик. Однако разве можно остаться равнодушным перед феноменальным богатством форм эфиопский твердых пшениц. При полном отсутствии мягких. Впрочем, Вавилов все же сомневался, следует Ли этбт центр считать первичным.

Но как все-таки появились эти центры? Ведь дело не только да и не столько в том, что они дали массу культурных растений. Человек взял в пользование не так уж много. Отломил, можно сказать, лишь горбушку У каравая. Наибольшую его часть вообще не тронул.

Однако и «горбушка» очень красноречива. Очаги, открытые Вавиловым,— это настоящие мастерские живой природы, которые, возможно, поныне продолжают свою работу,

— Факт концентрации видообразовательного и формообразовательного процесса культурных растений,— говорил ученый,— стоит в полной связи с той же закономерностью в отношении дикой флоры.

Открытие центров привело его к мысли, что отныне сама проблема видообразования ставится как проблема возникновения не отдельных рас, которые, по представлению Дарвина, обособлялись в отдельные виды, а как происхождение их сложных систем, сообществ.

Почему же именно какие-то конкретные области земного шара выбрала живая природа под свои мастерские? В чем тайна их географии?

Поначалу Вавилову казалось, что никакой тайны тут нет. Есть просто приуроченность к гористым местностям. Мол, именно они предоставляют оптимальные условия для выделения разновидностей и сохранности всевозможных типов растений и животных. К тому же горы — прекрасные климатические изоляторы, сберегающие сортовые богатства в более или менее постоянных условиях.

Действительно, вавиловские центры в значительной степени приурочены к горным районам — Кавказу, Малой Азии, Памиру, Андам. Но по зрелому размышлению ученый все же пришел к выводу, что было бы большим заблуждением думать, будто это средоточие сортового богатства есть результат только разнообразных условий. Почему, спрашивал он себя, в Афганистане, безмерно богатом разными формами пшениц, совершенно отсутствуют целые виды, столь обычные для горной Абиссинии (Эфиопии), и так бедны ячмени? А флора Альп и Пиренеев вообще довольно однообразна. Бесконечными вариациями кактусов и агав природа упражняется на мексиканских полупустынных плато, ровных как стол. Растительное же население Тянь-Шаня и горных районов к северу от Гималаев не отличается оригинальностью. И прямо противоположная картина у подножия Гималаев южных.

Может, секрет заключен в каких-то особо плодородных почвах? Как выяснилось, и это не так.

В общем, нет, не в горах и не в почвах дело. А в чем же? Полвека назад ответ получен не был. Правда, Вавилов говорил, что «решающую роль в определении за той или другой горной областью формообразовательного центра играли исторические причины, а не только разнообразие среды», но о конкретном смысле этих «исторических причин» остается только догадываться.

Сегодня есть основания поискать ответ в геологических пределах. Давайте воспользуемся предложенным Вавиловым направлением, полистаем еще раз уже известные нам страницы земной истории, заглянем и в незнакомые.

Карта мира. Нет, не сегодняшнего, а того, каким он был 350 млн. лет назад, перед началом великого пермокарбонового оледенения. Она, конечно, слишком обща, но построенная на основе мобилистских реконструкций, все-таки дает представление о тогдашнем облике Земли. Как странно видеть ее такой. Вот ведь сила привычки! И знаешь, что каждый штрих на этой карте не единожды научно выверен, но все равно шевелится червь сомнения, неужели так оно и было?

На ней нет Атлантического океана — почти вся его акватория занята обеими Америками, придвинувшимися вплотную к Европе и Африке. И нынешнего Индийского океана не видно. На его месте Индостан, Австралия и Антарктида, которые, прижавшись к Южной Африке, выглядят припаянными друг к другу. Индийский океан, как и Атлантика, попросту говоря, еще не родились.

Все современные континенты сгрудились в единый огромный праматерик Пангею, то есть заключающую в себе все земли. Правда, плиты поменьше — Сибирская и Китайская— еще где-то неподалеку (присоединятся позже), но общей картины мономатериковой Земли это не меняет.

Пангею омывают воды Мирового океана. Такое разделение: в одном месте — «твердь», в другом — «хлябь», выглядит вроде бы искусственным. Между тем нечто похожее легко обнаружить, взглянув и на современный глобус с тихоокеанской стороны,— тоже почти целое полушарие покрыто водой.

Быстрое распространение древней буйной растительности на таком сверхматерике понятно. Особенно в северной части Пангеи, вблизи от тогдашнего экватора, В Донбассе, лежащем ныне в умеренной зоне, господствовал поистине африканский климат. В царстве тропических болот и душных лесов благоденствовали древовидные хвощи, плауны и папоротники. Столь же пышная флора распространялась в широкой полосе, изогнувшейся пологой дугой,— от Северной Америки до Южной Европы. Не менее естественно и быстрое расселение новой фауны ~г господство земноводных и гигантских стрекоз, жуков, тараканов.

Эпохи глубокой регрессии океана, начавшейся в конце карбона,— это время великого оледенения, усиления контрастности климата, который стал суше и холоднее, и время возникновения хвойных лесов, пресмыкающихся, а позже, в юре, ближайших предков первых млекопитающих, небольших зверьков, поедавших насекомых.

Иными словами, сверхматерик стал местом создания почти всех главных типов сухопутной живности. Сомнительно, чтобы происходило это равномерно по всей Цангее. И дело не только в том, что большую ее часть занимал ледовый купол, разросшийся вокруг Южного полюса. На ней, надо думать, тоже были свои «мастерские творения». Но об этом несколько позже.

Примерно 200 млн. лет назад гигантская трещина начала раскалывать Пангею надвое — на северный и южный блоки. Это раскрывался палеоокеан Тетис. Сегодня такого уже не существует, от него остались лишь реликтовые пятна Каспия, Черного моря да Средиземного. Но тогда это был настоящий, обширный океан, вполне сравнимый по размеру с современными.

Тем временем новые трещины распороли и оба блока. Северная Америка откололась от Европы. Отодвинулись от Африки все будущие южные континенты, пока еще спаянные воедино. Появились клинья молодых океанов—Атлантического и Индийского.

Бывший сверхматерик продолжал распадаться на части. Его рвали разветвляющиеся трещины. Одна отторгла Гренландию и от Европы, и от Северной Америки. Отделились друг от друга Южная Америка, Австралия, Антарктида. Каждый из новообразованных материков направился в свою сторону. Устремился к будущей пристани и полуостров Индостан.

Да, начался весь этот разгром приблизительно 200 млн. лет назад, одновременно с медленным подъемом уровня Мирового океана (причины, как вы помните, общие — изменение режима циркуляции вещества в мантии). Геологи, кстати сказать, давно подмечали существование именно такого хронологического рубежа 6 отложениях песчаников, глины, гальки на южных континентах. До него многие горные породы Южной Америки и Африки, Индии и Австралии обнаруживают удивительную схожесть, а после него — полное различие. На подобное «до» и «после» всегда указывали также палеонтологи, изучавшие части бывшей Пангеи.

Поскольку о «до» мы только что говорили, обратимся к «после». И прежде всего к уникуму Австралии, суть которого главным образом в изоляции. Убежавший от всех материк дад науке как бы модель биоты, развитие которой получило возможность пойти практически независимым путем (такой же моделью наверняка была бы сегодня и Антарктида, не окажись она погребенной под своим ледовым чехлом)".

Многое о том, чем стала изоляция Австралии для ее флоры и фауны, сегодня известно даже школьнику. Занятный и разномастный отряд сумчатых, возглавляемый прыгучим кенгуру, вместе с плюшевой «игрушкой» коала — истинные достопримечательности континента. Не говоря уже о рогозубе — двоякодышащей рыбе — живом ископаемом, которое 400 млн. лет назад стало в буквальном смысле слова одним из первых «землепроходцев» — пионером освоения суши. Уникальны утконос и ехидна, умеющие и откладывать яйца, и выкармливать детенышей молоком. Оба — наглядные свидетельства преемственности в эволюции животного мира. Они словно специально сохранились до наших дней, чтобы продемонстрировать, какие именно варианты перебрала природа, «примериваясь» к скачку от ящеров к млекопитающим.

Немало памятного сберегла Австралия со времен раскола сверхматерика, немало наработала и сама. Среди одних только сумчатых семь различных семейств: хищные, муравьеды, кроты, бандикуты, вомбаты, куску-сы и, конечно, кенгуру. А сколько в каждом семействе родов и видов! То же среди растений. В общем, совершенно своеобразное сообщество организмов.

Подробности этого творческого процесса трудно рассмотреть, имея дело с целым континентом. В таком масштабе слишком сложны взаимодействия многочисленных природных компонентов. Пожалуй, доступнее осмыслению другая модель пространственной изоляции — отдаленные острова. Тем более что там процесс! видообразования иногда становится поразительно дина-\* мичным. Скажем, предки птиц цветочниц не так уж давно попали на Гавайские острова из Америки, а успели дать ряд самостоятельных видов, напоминающих по образу жизни зябликов, пищух и даже дятлов.

А вот какая интересная история недавно произошла? с дарвиновскими вьюрками на Галапагосских островах; в Тихом океане. В 1977 г. там была жестокая засуха. Из-за недостатка влаги у семян растений, которыми кормились некоторые виды вьюрков, образовалась в тот год очень твердая скорлупа. Их в состоянии были лущить только птицы с крупным и сильным клювом. Таких набралось едва седьмая часть. Остальным суровый отбор не оставил ни единого шанса выжить. Остров есть, остров — часть суши, как известно, окруженная водой (в данном случае окруженная большим пространством океана), «бежать» практически некуда. От бескормицы погибла масса вьюрков. Так один только засушливый год в значительной степени подтолкнул эту популяцию птиц к резкому изменению размера клюва.

Кстати, о вьюрках. Галапагосы — это 16 небольших вулканических островов, расположенных в тысяче без малого километров от побережья Эквадора. Им около миллиона лет. Заселение, понятно, началось с нуля. Сейчас половина всего птичьего видового состава — вьюрки, 13 видов. Все они произошли от одного, прибывшего с материка. Специалисты считают Галапагосы идеальным местом для географической изоляции и видообразования, особенно в таких группах наземных птиц, как вьюрки, которые с трудом преодолевают большие водные пространства.

На 16 островах разные давления отбора. К каждому такому дому вьюркам приходилось приспосабливаться, особо. В результате некогда буквально единокровные родственники стали довольно быстро удаляться друг от друга. И удалились настолько, что сегодня образовавшиеся виды отчасти потеряли способность скрещиваться между собой.

Ныне галапагосские вьюрки уже разделены на три рода, представители которых различаются по местам кормления, по способам добывания пищи, да и сама она у них разная. Земляные вьюрки (а это ни много ни мало 6 видов ширококлювых птиц) кормятся на земле разными семенами или цветками кактуса опунции, Его колючки им не помеха. Древесные вьюрки (их Тоже 6 видов с более тонкими клювами) столуются на деревьях. Тут в ход идет немного растительной пищи, но главным образом, насекомые. Изобретательность этих птичек и забавна, и поразительна. Прежде всего красноречива в смысле эволюционных возможностей живых существ. Некоторые из них в поисках насекомых проверяют трещины и углубления в коре деревьев тонкой палочкой или иголкой кактуса, зажатой в клюве,— зондируют. Почти как дятлы с их длинными и остренькими язычками. Некоторые вьюрки, скажем из рода славковых, гнездятся на Галапагосах буквально повсюду. Другие виды проявляют трогательный патриотизм только по отношению к своему острову.

Все это, конечно, интересно само по себе. Но причем тут вавиловские центры? Они же вроде бы не имеют ничего общего ни с Австралией, ни тем более с Галапа-госами. Отчасти это так. И все же не следует спешить с выводами. Лучше набраться терпения и продолжить следование по прихотливым маршрутам мобилистских реконструкций — за разбегающимися осколками великой Пангеи.

Одновременно с ее распадом шел и обратный процесс. Одни океаны раскрывались, а другие должны были вот-вот захлопнуться. Вновь образовавшиеся континенты не только удалялись друг от друга, но кое-где готовились к встречам. Как-никак свои путешествия они совершали по шарообразной поверхности. А встречи, между прочим, предстояли отнюдь не безобидные. Закрытие Тетиса «только всего» и означает, что громада Африки надвигается на Европу, Аравия метит в стык между Европой и Азией, а Индостан тоже нацеливался в азиатский борт. Сближаются и обе Америки.

В конце 70-х гг. американский биолог-эволюционист Дж. У. Валентайн высказал догадку, что подвижность плит Земли — одна из главных причин изменений среды на планете, важных в биологическом отношении. Мол, раскол и столкновение континентов, рост размеров материков, изменение расположения океанов «могут оказывать глубокое влияние на живые организмы». В подробности автор не вдавался. Он говорил только вот о чем, Биоты двух столкнувшихся материков вынуждены конкурировать друг с другом. При этом наземные животные оказываются удаленными от привычных приморий. Поднявшиеся горы перекрывают путь воздушным потокам, насыщенным влагой. За хребтами могут появиться пустыни. Не приспособленные к новым условиям, of биоты должны пережить значительные изменения своем составе. И еще: «Все эти события окажут также влияние на морские организмы, населяющие мелководные континентальные шельфы, где в настоящее врем живет 90% морских видов».

Была высказана свежая и плодотворная мысль. В то время — время бурного развития новой геологической теории — она, по-видимому, возникла как естественное эхо в смежной области знания. Однако обратите внимание на сдержанность и округлость выражений: «конкуренция биот», «влияние событий». Практически никакой конкретности, тем более детализации. Дальше общих соображений не сделано ни шагу.

Конечно, не следует судить слишком строго. Осторожность ученого можно понять — высказывалась лишь догадка, своего рода ересь. Однако ереси, пожалуй, для того и существуют, чтобы из них рождались новые веры. Сам неомобилизм — как раз такой случай: из ереси о дрейфе континентов раскустилась универсальная теория глобальной тектоники плит.

Поэтому, понимая осторожность современного биолога, рискнем все-таки углубиться в подробности судеб обитателей столкнувшихся континентов. Тем более что сегодня для этого есть достаточно фактов.

Вообразим, например, что Австралия со всей своей самобытной биотой на борту врезалась ,в другой, не меяее населенный материк. Впрочем, «врезалась» тут скорее литературная гипербола. Однако нечто подобное рано или поздно должно произойти, хотя сближаются континенты крайне медленно (сантиметры в год), а между моментом «касания» и зримыми его последствиями проходят миллионы лет.

Что же это за последствия? Подводная часть одного материка пододвигается под другой, а шельфовая полоса второго, наоборот, наползает на край первого, сминаясь в складки и дыбясь. Произойдут разрывы, поднятия, опрокидывания целых блоков коры. Многочисленные жители бывшего шельфа окажутся обреченными. А там, как вы помните, пребывает в плотном сообществе до 90 процентов морских видов. Но главное, погибнут все эндемики, то есть существа, нигде больше на Земле не встречающиеся.

Губительно столкновение материков и для той наземной флоры и фауны, которая будет находиться в широкой полосе разрушительных землетрясений, частых извержений вулканов и все поднимающихся хребтов. Здесь, как и на бывших шельфах, всю биоту ждут большие потери.

Урон понесет и остальная часть растительного и животного мира соединившихся континентов. Не может не понести. Ведь изменится привычная среда обитания, окажутся порванными устоявшиеся экологические связи. То есть и здесь достанется эндемикам, что означает полное исчезновение некоторых видов (а то и целых родов) с лица Земли.

Причем произойдет все это не на каком-то небольшом участке Земли. О грандиозности масштаба таких столкновений сегодня можно судить по вполне реальным событиям прошлого. Зона сочленения Индостана с Евразией измеряется тысячами километров. А вся полоса захлопывания океана Тетис протянулась чуть ли не через полпланеты —от Пиренейского полуострова до Индокитайского. О величине всех территорий, оказавшихся в той или иной степени зависимыми от событий в полосе катастроф, можно только строить догадки.

Как видите, исключить воздействие геологических катастроф на развитие земной жизни никак нельзя. Коль скоро признана справедливость такой в недавнем прошлом откровенной ереси, как дрейф континентов, то остается лишь подчиниться ее логике. Речь, конечно, не о том, чтобы вернуть в пользование теорию катастроф Жоржа Кювье. Она принадлежит истории и занимает там свое место, как смелая, хоть и неудачная попытка объяснить тайны окружающего мира. Но в свете современных достижений неомобилизма само понятие геологической катастрофы приобретает иной смысл, может, лишенный элемента внезапности, однако более емкий и вместе с тем вполне конкретный.

Исключить из эволюции жизни действие упомянутых катастроф нельзя и потому, что с ними связаны не одни лишь разрушения, но также созидание новых сообществ организмов.

Вернемся к отдаленным островам. Очень интересной особенностью обладают там некоторые родственные виды, живущие, что называется, бок о бок. Их представители уже не могут скрещиваться между собой. А вот с жителями какого-нибудь соседнего острова, принадлежащими к другому, но тоже родственному виду или; полувиду, способны давать (выяснилось в эксперименте) вполне нормальное потомство.

Нетрудно себе представить подобную, только естественную гибридизацию на столкнувшихся (в ходе дрейфа плит) архипелагах. Ситуация отнюдь не гипотетическая.

Островные дуги на земле очень распространены. Они зарождаются после раскола плит, когда край одной пододвигается под другую, а растут за счет извержений вулканов.

У каждого архипелага своя биография. Юные островные дуги (например, Тонга в Тихом океане) образовались сравнительно недавно — 6 млн. лет назад. Они невысоко выступают над морской поверхностью. Развитые дуги — Курильская, Алеутская — в несколько раз старше. А зрелые — Индонезийская, Новогвинейская — образовались примерно 100 млн. лет назад и обладают мощной континентальной корой; входящие в них крупные острова — это скорее микроматерики, в составе которых сгрудились острова более мелкие.

Дуги медленно перемещаются иногда навстречу друг другу, иногда по направлению к ближайшему материку. Так, в частности, образовались Камчатка и Чукотка. Кавказ тоже представляет собой серию сгрудившихся, а некогда самостоятельных архипелагов, разделенных океанскими пространствами Тетиса.

Как известно, гибриды первого поколения бывают более жизнеспособны, чем их родители. Следовательно, у них больше шансов выжить в изменившихся условиях. И больше шансов, пройдя суровый экзамен отбора, дать начало новой популяции.

Но главное даже не в этом. В последующих поколениях гибрида идет бурное расщепление — настоящий фейерверк разновидностей. Одно время даже считалось, что от скрещиваний не приходится ждать чего-либо устойчиво нового, мол, из-за расщепления все рано или поздно должно вернуться к исходным родительским формам. Но нет, реальный процесс оказался более сложным и, несомненно, творческим. Многие оригинальные разновидности естественных гибридов надежно передают свои свойства потомкам. А все вместе они представляют богатый материал для отбора организмов, наиболее приспособленных к той или иной среде. Это становится решающим, когда исчезают привычные условия существования, как, скажем, при столкновении участков суши, и начинается жесткая селекция на выживаемость среди кандидатов в новоселы.

Современной науке уже известны разные варианты естественной гибридизации среди растений. Один из них — возвратное скрещивание гибридов первого поколения с тем или иным родителем. В результате — новое обогащение палитры природы. Такое сравнительно быстрое выделение оригинальных полувидов (и даже видов) известно, в частности, у ирисов и традесканций. Специалисты убеждены, что пшеница тоже гибридного происхождения. Ее родители— вероятнее всего, злак-дикарь, называемый урарту, встречающийся поныне в горах Армении, и гилопс — другой невзрачный злак с щуп-ленькими колосками, сидящими по одному на верхушке тощего стебля; он сорняком вторгается в посевы, захватывает обочины дорог, предгорья в Закавказье. Эта уверенность покоится на глубокой генетической проверке. Теперь ведь можно, что называется, опознать белковую молекулу и сличить ее с подобной же молекулой другого вида. Как установил один из австралийских ученых, синтез некоторых белков у мягких пшениц идет под контролем шести хромосом — по две от каждого из трех ее прародителей: дикой однозернянки (урарту) и двух эгилопсов. Опознание и сличение интересующих хромосом подтвердили их идентичность у всех участников «следствия».

Характерно, что клейковину (специфический набор белков, становящихся при увлажнении эластично упругими; чем их больше, тем пышнее пшеничный хлеб и выше качество макарон) не дает большинство злаков — кукуруза, рис, овес, рожь. Но она присуща, кроме пшеницы, зерну таких ее диких сородичей, как эгилопсы и пырей.

Экспериментально доказано гибридное происхождение также многих других современных растений. В частности, пиона, мака...

- Порой с растениями, попавшими в экстремальные условия, самопроизвольно происходят еще более чудесные метаморфозы — удваивается (или утраивается и т, д.) количество хромосом в клетках. Это так называемая полиплоидия.

Известны целые группы близких видов с кратными числами хромосом. В роде хризантем все виды имеют число хромосом, кратное девяти: 18, 27, 36, 45 и так до 90. Аналогично в роде картофеля, где основное, исходное количество хромосом равно 12, а родственные виды насчитывают 24, 36, 48 (дикий) и 60. А вот в какой характерный ряд выстраиваются у пшеницы: у дикой однозернянки 14 хромосом; у твердой, английской, персидской и у полбы — 28; у мягкой, карликовой и у спелты — 42. То есть они кратны семи. Иными словами, во всех этих случаях видообразование шло посредством удвоений утроения и т. д. основного набора хромосом предковых; видов.

Как видите, полиплоидия не такое уж редкое явление в природе. Как минимум третья часть цветковых растений относится к этой категории. Некоторые ученые считают, что даже больше — почти половина. У папоротников эта основной способ видообразования (95 случаев из 100).

Полиплоиды, как правило, крупнее, имеют большую; массу листьев, обильное цветение. Они способны существовать в более суровых условиях. По подсчетам известного советского биолога-эволюциониста, члена-корреспондента АН СССР Алексея Владимировича Яблокова в высокогорьях и в Арктике число полиплоидных видов растений резко увеличено; в средней полосе их примерна половина, а на Памире чуть ли не каждые девять из десяти.

Наверное, экстремальная обстановка, создававшаяся при каждом столкновении архипелагов, островов, микроконтинентов или материков, тоже способствовала образованию разных полиплоидов у растений. Те из них, кому удалось успешно пройти все придирчивые конкурсные туры естественного отбора и выстоять, дожили до наших дней.

Важно также другое. Возникновение полиплоидного организма может происходить в течение считанных минут. Такая особь сразу же генетически изолирована от остальных особей вида. И. более устойчивая к непривычным условиям среды может скорее получить распространение там, где ее родители просто не выживут.

— Именно подобным образом новый вид,— говорит Яблоков,— может возникнуть за несколько поколений. Очевидно, целый ряд полиплоидов — картофель, белый клевер, люцерна, тимофеевка, луговой мятлик — возник как виды за считанное число поколений. Этим путем природа способна на быстрое (практически внезапное) образование новых видовых форм.

И еще. Именно с полиплоидией связана реальная возможность появления в растительном мире вполне нормальных потомков от скрещивания не таких уж близких родичей.

Впервые искусственная отдаленная гибридизация удалась еще в конце прошлого века немецкому селекционеру В. Римпау. Но объяснить, почему его межродовой ржано-пшеничный гибрид оказался плодовитым, ученый не смог. Тогда еще очень мало знали о хромосомах.

Лишь в 1926 г. один из ближайших сподвижников Вавилова, известный советский цитогенетик Георгий Дмитриевич Карпеченко не только получил от скрещивания редьки и капусты плодовитый межродовой гибрид, но сумел дать этому теоретическое толкование. В клетках любого организма каждая хромосома имеет как бы дубликат. Такой парный набор разделен только в половых клетках. Когда же женская и мужская гаметы сливаются при оплодотворении, все хромосомы в дочерней клетке опять обретают свои пары. Но при отдаленном скрещивании (допустим, межродовом) в половых клетках родителей вовсе не одинаковое количество хромосом и потому не каждой находится пара при оплодотворении яйцеклетки. Отсюда слабая жизнеспособность такого гибридного дитяти и неизбежное его бесплодие.

Карпеченко нашел оригинальный выход из тупика (выход, давно известный природе и достаточно широко ею использовавшийся). Он заключался в искусственном удвоении хромосомного набора бесплодного гибрида. Ученому это удалось сделать, воздействуя на растение химическим реактивом.

А как удавалось природе? Здесь пока не все ясно. Но несомненно, что удавалось, и много раз. В посевах пшеницы изредка находили (находят и теперь) естественные ржано-пшеничные гибриды. Причем вполне плодовитые. Реальная возможность других столь же отдаленных «браков» доказана экспериментально: лабораторным повтором предполагаемых случаев естественной отдалённой гибридизации. Как выяснилось, именно таким способом образовалась домашняя слива — от алычи и терна. И ряд современных видав табака, малины, брюквы, полыни и многих, многих других растений.

Примечательно, что подобные процессы продолжаются в природе. В 50-х гг. в лесах Южной Якутии был обнаружен естественный гибрид рябины и кизильника, который довольно энергично распространялся по берегам среднего течения реки Алдан.

«Гибридизация имеет большое значение в эволюции живых организмов, являясь важнейшим условием процессов формообразования» — таково мнение академика Николая Васильевича Цицина, который был одним из крупных специалистов по отдаленным скрещиваниям. С ним вполне солидарен член Национальной АН США Берне Грант — видный биолог-эволюционист.

— Естественная межвидовая гибридизация,— говорит он,— служит источником комбинативной изменчивости во многих группах растений. Кроме того, формы, возникшие путем гибридизации, нередко закрепляются на новых местах обитания, которые создаются в результате нарушения среды. Группа растений, сосредоточенных в двух или нескольких видах, способных к гибридизации, вероятно, обладает преимуществом... поскольку может успешно реагировать на быстрые изменения среды.

К этому следует только добавить, что процессы формообразования должны были сильно активизироваться, когда при столкновении континентов неизбежно переплетались судьбы представителей разных биот.

Вот к каким интересным и неожиданным вещам ведет детализация событий, определяемых глобальной подвижностью плит Земли.

Теперь, пожалуй, пришло время вернуться к вавиловским центрам. Имеют ли к ним касательство все эти теоретические соображения?

...60 млн. лет назад Тетис еще оставался настоящим океаном. Между противолежащими берегами Аравии и Евразии было не меньше 2000 км. И где-то в середине этого пространства располагались Малокавказская и Иранская микроплиты. Но уже навечно припаялся к своему «причалу» Индокитайский полуостров. А серия островных дуг, сгрудившись, наращивала территории Афганистана и Большого Кавказа. Там извергались вулканы, дымилась горячая лава, а пепел вместе с обломками скал, сносимыми с гор, засыпал небольшое краевое море.

Это было время распространения тех недавно появившихся трав, деревьев, кустарников, что очень похожи на современных своих собратьев, широко расселившихся по Земле. Они пришли в мир с оригинальным «изобретением» — с защищенным семенем, с плодом, в котором зародышу легче было переносить холодное или сухое безвременье в ожидании благотворных влаги и тепла. Все эти магнолии, дубы, буки, березы, лавры, платаны, злаки (несть им числа) ботаники назовут цветковыми, или покрытосемянными. Да, наступала эпоха их господства.

Между тем вдоль северных берегов Тетиса срастались архипелаги островов. В его западной части существовала разделенная узкими морями и проливами мозаика микроконтинентов. Они сближаются, скучиваются в единую массу, поднимаются альпийскими горами. Это уже первые серьезные столкновения внутри Тетиса.

И вот к южной окраине Евразии приращиваются Балканский полуостров и Малая Азия, Малый Кавказ и Армянское нагорье. Все ближе к современным очертаниям территория Ирана и Афганистана.

25 млн. лет назад Южно-Тибетский микроконтинент врезался в Азию северо-западнее Индокитайского полуострова. А вслед за ним туда же навалилась всей своей массой громада Индостана. Произошла настолько мощная катастрофа, что скорость дрейфа южного материка, еще недавно достигавшая 15 см в год, упала более чем втрое. Но мощное его давление долго еще не убывало, о чем свидетельствует высота Гималайских гор, продолжающих расти поныне.

Здесь нужно напомнить, что слова «врезались друг в друга», «столкнулись» не следует понимать в буквальном смысле. Речь постоянно идет о движении очень медленном, практически невидимом и даже с трудом поддающемся инструментальному измерению. Но при этом, конечно, вполне реальном движении, ведущем к вполне зримым переменам в облике нашей планеты.

В последние 10 млн. лет Аравия и Евразия сблизились почти на 400 км. Это произошло благодаря поддвигу плит. В завершающую стадию вступило строительство всего Кавказа, горных целей Загроса, и Тавра, территории современных Турции и Ирана. Тетис перестал существовать. Аравия окончательно соединилась, со своим северным соседом, сохранив от древнего океана лишь, южную котловину Каспия, Черное и Средиземное моря.

Примечательна дальнейшая судьба последнего. Оно неоднократно пересыхало из-за того, что время от времени мелел и «закрывался» Гибралтарский пролив. Стихия вообще обходилась с ним столь же своенравно, как свежий ветер с незапертой, калиткой. Когда «калитке» случалось захлопнуться надрлго Средиземное море, испарившись, превращалось в обширную впадину с мелкими солеными озерами посреди, с глубокими каньонами, прорытыми реками в склонах бывших берегов, И тогда ничто не препятствовало сухопутным контактам между сблизившимися континентами. Всего 5 млн. дет назад суховеи перегоняли здесь с места на место клубы солоноватой пыли.

В это же время на другой стороне земного шара, вдоль западной окраины Атлантики, подходило к финалу сближение Северной и, Южной Америк. После раскола Пангеи они долгое время дрейфовали как бы параллельными курсами. Но потом расстояние между ними довольно быстро стало сокращаться. За 20 млн. лет оно уменьшилось на 750 км. Между тем большой архипелаг островов, столкнувшись с южным материком, соорудил береговые хребты на территория будущей Венесуэлы.

Затем с запада усилился поддвиг под Карибскую плиту. Над ее краем стала подниматься цепь подводных вулканов. А им навстречу двигался мощный подводный хребет. Так между северным и, южным коатинентами образовался фундамент растущего моста. Над водой он поднялся 3,5 млн. лет назад. Это и был Панамский перешеек.

К тому времени цветковые уже господствовали в земной флоре.

Кстати сказать, и сегодня геологию Центральной Америки не отличает полный штиль. Напротив, у всех нас на памяти сильнейшее землетрясение в Гватемале. Такая же катастрофа в Никарагуа полностью уничтожила центральную часть ее столицы. Поныне курятся вулканы Момотомбо и Сантьяго возле города Масаия. Но это к слову.

А теперь самое интересное. Если всю эту схему неомобллистских реконструкций наложить на карту Вавилова, то обнаружится, что выделенные им центры полностью совпадают с районами недавних стыковок островных дуг малых и больших контлнентов как в Восточном, так и • Западном полушариях.

Крупнейший южяоазиатский центр — это вся восточная часть закрытия Тетиса. Причем характерно, Вавилов подчеркивает и общность, и различие богатой дикой флоры Индии, Индокитая и Зондских островов. Мобилистсиие реконструкции дают тому естественное объяснение. Причаливание Индостана вначале обеспечивало широкие контакты его наземного населения с прилегающими азиатскими территориями, в том числе и с уже надежно занявшим свое место Индокитаем. Но между двумя полуостровами рос гористый барьер Восточной Бирмы, который do прошествие времени отделил их друг от друга, обеспечив тем самым определенную самостоятельность дальнейшего развития их биот.

Нечто подобное, ло-видимому, произошло еще раньше, когда Индокитай сминал борт Китайского материка: сначала контакты, затем относительная изоляция. Не случайно Вавилов объединил оба этих сопредельных района (юг Китая и полуостров) в один очаг в составе общего центра.

Принадлежность к нему Зондского архипелага определилась, надо думать, узостью Малаккского пролива, а некоторая самобытность очага — его островным положением.

Становится также понятным механизм образования китайского центра. Будучи некогда отдельным материком, Китай задолго до встречи с Индостаном уже пережил столкновение с Сибирским континентом, что не могло не отравиться на составе его флоры. И вот новые взаимные обмены, смешение «народов». В результате — особая сложность и неповторимость растительного мира, закреяяеняые надежной обособленностью, которую вот уже миллионы лет обеспечивают непреодолимые Гималаи, Гиндукуш и Памир.

Получают геологическое объяснение и существование еще одного обширного центра, включающего в себя все территории от Малой Азии до Северо-Западной Индии. Это район закрытия срединной части Тетиса. Здесь сгрудилась воедиио пестрая мозаика островных дуг и микроконтинентов, каждый из которых когда-то имел более или менее самобытное растительное население. Современный облик оно обрело, пройдя через встречи друг с другим и под воздействием биот восточного и северного соседей. Потому-то Вавилов и выделил в этом центре несколько обособившихся очагов; Кавказ, Малую Азию (с Палестиной, Ираном, частью Средней Азии) и северо-западный угол Индостана (с Южным Афганистаном).

Единство средиземноморского центра — естесгвенное следствие сближения берегов Африки и Европы, особенно если учесть частые захлопывания гибралтарской «калитки», после которых окраины обоих материков на какое-то время становились, в сущности, единой сушей.

Вавилов подчеркивал, что выделенные им центры не имеют по понятным ботаническим причинам абсолютно четких границ. Есть у того и причины геологические: отдельные районы всей полосы альпийской складчатости — от Пиренеев до Гималаев — возникали не обособленно, а как звенья единой цепи событий, связанных с закрытием Тетиса.

Особняком стоит маленький эфиопский центр с родственным йеменским очагом. Причина их общности очевидна. Всего несколько миллионов лет назад, то есть до раскрытия Красного моря (его берега параллельны), оба района составляли единую территорию. А вот изоля\* ция... Ее понять труднее. Возможно, сначала этот центш был связан со всем, что происходило в средней част! Тетиса и по его берегам, а потом был отделен от привыч» ного региона широкими полосами молодых пустынь Северной Африки и Аравии...

Что же касается Западного полушария, то тут приуроченность вавиловских центров — Андийского и Центральноамериканского — к местам столкновений островов и континентов, что называется, очевидна. Очень уж явственно сконцентрированы места бурных преобразовав ний флоры в районах недавних геологических «штор! мов», |

Вавилов постоянно подчеркивал, что выделенные иМ центры — настоящие мастерские природы по производ.1 ству новинок растительного мира. •

— Эти территории,— говорил он,—обнаруживают большое разнообразие как видов, так и еще в большей степени внутривидового разнообразия разновидностей и мелких наследственных единиц... Идет могучий процесс внутривидового формообразования.

С каждой новой экспедицией он получал подтверждение, что подмеченная им особенность типична для всех центров. Больше того, она типична для большинства населяющих их растительных видов. Вот его короткие, но очень выразительные записи:

«Исключительное богатство генов пшеницы и ячменя обнаружено в маленькой Абиссинии».

«Одним из интереснейших районов первичного формообразования и видообразования для пшеницы и ржи и в, особенности для плодовых является наше Закавказье... Особенно велико разнообразие пшениц в Армении, здесь более 200 разновидностей из общего мирового числа в 650... По-видимому, фаза образования видов продолжается до сих пор».

«По пшенице вскрыто заново 3/4 ботанических разновидностей и половина новых видов».

«Коста-Рика и Сальвадор, по площади соответствующие примерно 1/100 Соединенных Штатов, по числу видов не уступают всей Северной Америке».

«Из Турции, Ирана и нашей Средней Азии идет все мировое богатство дынь».

«По богатству эндемичных видов... Китай выделяется среди других очагов».

«В отношении некоторых растений, как картофель, вскрытые виды и разновидности буквально революционизируют наши представления об исходном селекционном материале».

«О том, что Индия является родиной риса, свидетельствует определенно наличие здесь ряда дцких видов его, нахождение здесь обыкновенного риса в диком состоянии и в качестве сорняка».

А восклицание Вавилова в связи со всем увиденным на стыке Америк: «Пекло творения!»

Но ведь кому из ботаников не известно, что обилие внутривидовых разновидностей бывает не только от пестроты условий среды, но и как следствие гибридизации! В данном случае свершавшейся не на селекционных делянках под строгим надзором научной целесообразности, а без всякого надзора и где попало, под влиянием геологической мобильности и при полном попустительстве главного творца— природы.

Эта мысль находит подтверждение у Вавилова. Еще раз заглянем в его записи:

«В происхождении ряда видов культурных растений, по-видимому, значительную роль играла отдаленная гибридизация».

Но здесь возникает вот какой вопрос. Понятно, когда об этом процессе говорят в связи с каким-нибудь перекрестноопыляющимся видом, скажем, в связи с кукурузой. Здесь уверенно можно перебирать варианты давних случаев общения не самых близких родственников, вроде \* теосинте и трипсакум. А как быть с самоопылителями вроде пшеницы? Разве у них возможна естественная гибридизация? Ведь каждое растение здесь в течение многих поколений опыляет самое себя.

Оказывается, и здесь природа не очень уж строга, случаи самопроизвольных скрещиваний между сортами не раз отмечали селекционеры. Но это всего лишь между сортами. Однако вот что обнаружил во время своих экспериментов известный советский пшеничник Алексей \*, Павлович Шехурдин. Он стремился вывести такой сорт, который хорошо бы родил и давал отменного качества муку для саратовских калачей. Поэтому и предпринял межвидовую гибридизацию — опыт по тем временам (а было это в 1912 г.) исключительно смелый: скрестил твердую пшеницу (имеющую стекловидное зерно) с мягкой (довольно плодовитой). Трудность такого «брака» прежде всего в том, что у твердой — 28 хромосом, а у мягкой — 42.

Своей цели Шехурдин в конце концов добился, вывел знаменитую саррубру. Но здесь речь о другом. Среди потомков этого «неравного брака» саратовский селекционер обнаружил, кроме твердой и мягкой, ряд видов пшеницы, которые не только непосредственно не участвовали в предпринятом скрещивании, но и вообще не использовались им в работе — таких семян у него просто не было. И вот, словно выскочив из ниоткуда, они сидели на его делянках (цифры в скобках — число хромосом): английская (28), полба (28), карликовая (42), однозерняяка (14), спелта (42).

Об удивительном факте Шехурдин написал в своей статье, опубликованной в сборнике п© селекции и семеноводству. Но видимо, ему тогда, в 1937 г., не очень поверили, решили, что напутал: сообщение показалось его коллегам совершенно невероятным.

Прошла треть века. Другой известный советский селекционер, академик Павел Пантелеймонович Лукья« ненко, в поисках исходного материала для нового сорта тоже скрестил твердую пшениду с мягкой. И тоже поразительный фейерверк. Уже во втором поколении наряду с «законными детьми» своих родителей посыпались карликовая, английская пшеницы, полба, спелта... Понятно, что и на сей раз ни один из этих видов «зримо» не участвовал в искусственной гибридизации.

Откуда же они взялись? Остается одно: в роду то ли твердой, то ли мягкой были пришельцы из других видов пшеницы, признаки которых надолго «законсервировались». Иными словами, и та и другая — скорее всего потомки естественных межвидовых гибридов. А начинались эти, по-видимому, многократные скрещивания, надо думать, в ту эпоху, когда прародину современной пшеницы сотрясали геологические катаклизмы.

Не раз, стремясь осмыслить механизмы, работавшие в «пеклах творения», Вавилов находил подтверждение также и полиплоидии. С каждой экспедицией он получал все больше фактов того, что многие культурные растения и ближайшие к ним дикие виды представляют собой именно полиплоидные ряды по числу хромосом.

— Пшеницы,, овес, хлопчатник, плодовые, табак,— говорил он,— делятся на виды, различающиеся по числу хромосом в кратных отношениях.

В каких-то случаях он видел результат простого удвоения одних и тех же хромосом, а в других оно становилось обеспечением тиражирования межвидовых гибридов. И приводил пример с табаком. Обыкновенный табак возник от естественного скрещивания диких видов — сильвестрис и русби, обитающих в Южноамериканских Андах. Удвоение хромосом сделало межвидовой гибрид плодовитым.

При этом ученый считал нужным обязательно оговориться, что явление это не общее, но все же весьма распространенное.

И опять возвращался к впечатлениям и открытиям своих недавних экспедиций.

— В Передней Азии мы обнаружили явление естественной полиплоидии среди пшениц, а также среди многих видов дикой флоры, особенно в альпийской и субальпийской зонах.

Вот такие вполне реальные, хотя и незримые нити связывают вавиловские центры с дрейфом континентов, со многими его катаклизмами кайнозойской эры.

Впрочем, так ли уж жестки в данном случае временные рамки? Неужели ничего подобного не происходило в более ранние эпохи или, наоборот, в более близкие к нам?

Берингия. Ее не стоит искать в атласах. Такой страны нет. Но есть узкий Берингов пролив, соединяющий Тихий океан с Северным Ледовитым и отделяющий Северную Америку от Азии. И еще есть палеогеографичес-кое понятие «Берингия», связанное опять-таки со сближением материков. С недавних пор ее считают и ботаническим открытием.

Регион включает в себя Чукотку, часть Аляски, остров Врангеля. Еще 3 млн. лет назад все они были единой сушей. И с той поры Берингов пролив неоднократно затоплялся и осушивался вновь. На его дне до сих пор вздымается ступенчатая возвышенность, часть которой выходит на поверхность. Это острова Ратманова и Крузенштерна, остров-скала Фаруэй. Подводная возвышенность связана также с прибрежными поднятиями как Чукотки, так и аляскинского полуострова Сьюард. Все это — развалины «моста», который в последний раз был сухопутным 14 тыс. лет назад. Считается, к слову сказать, что именно по нему человек проник из Азии в Америку.

Ну а чем вызван интерес ботаников к Берингии? Здесь обнаружился активный очаг видообразования. Сотрудники Ленинградского ботанического института АН СССР нашли на острове, Врангеля сообщества растений, типичные скорее для степей, чем для тундры. Это реликты обитателей Берингии. На Чукотке же, как выяснилось, вообще самая богатая в пределах Арктики флора с большим числом видов, нигде больше не встречающихся. Внутри них, конечно, обилие разновидностей.

Думается, Берингия может служить новейшим подтверждением того, что локализация районов формообразования либо имеет тектоническую основу, либо возникает в результате колебаний уровня океана.

Так не раздвинуть ли временные рамки в другую сторону? Может, аналогичные мастерские природы, приуроченные к местам геологических катастроф, были и в мезозое, и в палеозое, вообще, с той поры, когда жизнь шагнула на сушу?

Поищем ответ в двух местах. У педантичных палеонтологов, поглощенных опознанием остатков давно исчезнувшей флоры. И опять же у тех, кто кропотливо восстанавливает картины былого расположения материков.

...Большинство людей ничего не знает об Ангариде. Ее, как и Берингии, тоже нет в составе современных государств. И никогда не было, ибо населяли ту страну не племена и народы, а сообщества эндемичных растений, к тому же ныне вымерших. Там, конечно, были и животные, но когда говорят об этой территории далекого прошлого, то прежде всего имеют в виду именно ее растительный \_мир. И даже называют палеофлористической областью позднего палеозоя — эпохи, отстоящей от нас на 230—350 млн. лет.

Представление о существовании Ангариды появилось у геологов еще в конце прошлого века. Его заложили небольшие палеонтологические коллекции, собранные в разных местах Сибири, главным образом в Кузбасском, Печорском и Тунгусском угольных бассейнах. Но лишь много позже удалось разобраться, что в коллекциях оказались смешанными образцы, относящиеся к разным временам. Так стал вырисовываться облик более поздней (юрской) ангарской флоры и более ранней (пермо-карбоновой). Последнюю поначалу ошибочно признали почти целиком аналогичной растительному миру Европы и южных материков той же эпохи.

Об этом подробно лет 10 назад писал в одной из своих интересных книг советский палеонтолог Сергей Викторович Мейен, с которым, как вы помните, мы уже встречались. Он же и исправил ошибку, доказав, что в действительности наука имеет здесь дело с самобытной флорой, не выходившей за пределы Ангариды. А имевшиеся одновременно и сходства и различия он объяснил тем, что хотя «ангарская и еврамерийская флоры десятки миллионов лет эволюционировали независимо, все же некоторые изменения совершались в них параллельно».

То же следует из его описания ангарской флоры того времени. После исчезновения зарослей плаунов раннего карбона их место заняли другие растения. Сначала главным образом папоротники, напоминавшие формой листьев европейские виды. Затем кордаиты — крупные деревья с древесиной, похожей на древесину хвойных. И тоже с «европейскими» листьями. А вот органы размножения у них были совсем иными. Они скорее напоминали шишки тех хвойных, что широко распространились лишь 100 млн. лет спустя. В этом отношении сибирские кордаиты как бы опережали свое время.

Соображение ученого о судьбах ангарской флоры настолько примечательно, что его стоит здесь привести. Он в недоумении.

«Ее растения появляются в геологической летописи внезапно, с оборванными родственными связями, как будто это какие-то пришельцы, взявшиеся неизвестно откуда, заселившие все северные внетропические земли и исчезнувшие в конце мезозоя».

Еще не так давно считалось несомненным, что Анга-рида — порождение исключительно климатической зональности. Вот сложился там, в центре Евразии, такой-то климат; все особенности местной флоры — от него; а ее сходство с еврамерийской объясняется территориальной общностью: все-таки место действия — один и тот же континент. Сегодня, благодаря мобилистским реконструкциям, есть основания для иной точки зрения.

...В силуре, 450 млн. лет назад, когда начали появляться первые наземные растения, еще не существовало Евразии в знакомых нам современных контурах. Были только разрозненные «заготовки», которым предстояло стать Восточной Европой, частью Сибири, Китаем, Казахстаном, Индокитаем. Обширный Палеоазиатский океан отделял их от сверхконтинента Гондваны, включавшей в себя все нынешние южные материки.

Со временем закрывается акватория, разъединяющая Северную Америку и Восточную Европу, и оба эти материка сталкиваются, соединяясь воедино.

Спустя 100 млн. лет и Палеоазиатский океан заметно сузился. Его потеснила вновь появившаяся щедрая россыпь островов, сгруппированных в дугообразные архипелаги. Вот часть из них спаялась с Сибирским континентом. Фрагменты того очень давнего шва и сегодня можно видеть в Саянах.

Старый океан угасал. Зато зародились два новых: ближе к Гондване — Палеотетис и под прямым углом к нему — неширокий Уральский, лежащий между Сибирским материком и Восточно-Европейским.

Как изоляция соседствующих материков, так и долгое их пребывание на сравнительно небольшом удалении друг от друга не могли не сказаться на их обитателях. Отсюда — и сходства и различия. Тем более что между континентами, словно перевалочно-миграционные пункты, постоянно располагались островные дуги,

\*По временам архипелаги сталкивались с тем или другим материком, не только наращивая их территории, но и нарушая относительную изоляцию их растительных миров отнюдь не мирным вторжением представителей своих собственных «племен». Следствие: очередная «внезапная» вспышка формообразования. И нет в таком случае «пришельцев», взявшихся неизвестно откуда. А есть естественный отбор новых разновидностей из пестрого материала, представленного, возможно, гибридизацией, возможно, полиплоидией или иными генетическими изменениями растений.

Не менее примечательно открытие Мейеном палео-флористической области, где еще в пермское время появилась та новая для палеозоя группа растений, которая считается среди специалистов одной из типичных для более молодой эры мезозоя. Он назвал их татаринами, так как очень много отпечатков их листьев было найдено в отложениях татарского яруса (последнего яруса перми), образовавшегося примерно 235 млн. лет назад.

Большая часть материала была прислана ему в Геологический институт АН СССР из полевых экспедиций. Немало образцов ученый собрал сам во время серии поездок на Южный Урал.

Из найденного удалось составить представление о форме листьев растений и об их органах размножения. Последнее для систематики особенно важно. Эти органы похожи на небольшие грибы, сидящие на тонких ножках; у всех шляпок волнистые края, а в центре — ямочка с расходящимися во все стороны канавками. Листья похожи на узкие язычки.

Такие же грибообразные органы размножения появятся спустя 5—10 млн. лет (в триасе) у целого семейства широко распространенных растений.

— Так установилась первая достоверная прямая связь,— говорил Мейен,— между пермской и триасовой флорами.

Сначала отпечатки татарин были найдены только вдоль Уральских гор, или, говоря иначе, в Западной

Ангариде. Из чего ученый сделал вывод, что причина их появления прежде всего климатическая. Мол, территория тогда лежала в субтропиках, а предгорья — это области с теплым и не слишком влажным климатом, с большим разнообразием экологических условий, и потому они были благоприятны для быстрой эволюции растений.

Но вот у Мейена стало накапливаться все больше материала, и появилась мысль, что речь должна идти не только о Западной Ангариде, а о существовании более обширной флористической области, включающей в себя Предуралье, часть Казахстана, Средней Азии. Потом выяснилось, что она уходит еще дальше на восток. Наконец стала очевидной еще более общая картина. Новая область охватывала Ангариду огромным полукольцом с запада и юга.

Невозможно объяснить одними климатическими особенностями возникновение оригинальной флористической полосы, протянувшейся от Северной Двины через Южный Урал вплоть до Китая. Правдоподобней совсем иное.

В перми, примерно 270 млн. лет назад, произошло столкновение Сибирского континента с Восточной Европой и с Казахстанским материком. Когда сгрудившиеся блоки суши вытеснили разделявшие их воды, исчез Уральский океан. Только след остался — еще один шов на суше. Его фрагменты вдоль всего Уральского хребта. В южной части хребта есть урочище, где небольшая речка очень хорошо обнажила древние подводные постройки. Зрелище удивительное! В одних местах всю толщу крутого берега занимают застывшие потоки базальтовой лавы самых причудливых форм: то в виде оплывшего на свечах воска, то похожее на тесто, убежавшее из квашни. В другом месте вскрытое речкой сооружение похоже на полуразрушенный готический замок с остроконечными башнями...

Места отбора образцов, содержащих остатки и отпечатки татарин, довольно четко, хотя и пунктирной линией, прочерчивают полосу столкновения Сибири с окружающими ее материками, включая и Китайский, врезавшийся в Евразию на рубеже перми и триаса. С этого же времени (что не менее важно) началось, по словам Мейена, исчезновение прежней ангарской «кордаитовой тайги».

Кстати, интересно отметить и вот какое даблюдение Мейена. Среди своих татарин он обнаружил, так сказать, несколько оттенков — разновидности, отличающиеся друг от друга по типу пыльцы. Что это? Характерное расщепление у потомков какого-то межвидового «брака»?

Тогда же, 270 млн. лет назад, произошло еще одно грандиозное столкновение материков—Гондвана сомкнулась с огромным северным континентом. Это было образование великой Пангеи, объединившей почти все земли планеты. И до того Гондвану, существовавшую с докембрия и заселявшуюся ,с силура, постоянно атаковали со всех сторон многочисленные островные дуги. Было ли каждое из тех столкновений тоже «пеклом творения»? А почему бы нет? Правда, подтверждений тому сегодня пока не встретилось. Их еще предстоит найти. Хотя сделать это будет, конечно, непросто, слишком многое уже бесследно растворилось во мгле лет.

До сих пор у нас с вами речь шла главным образом об обитателях суши и континентальных шельфов. А сказывалось ли перемещение плит планеты на ее остальном подводном населении? Или там двигателями эволюции жизни были иные силы?

ЖИВАЯ ЛЕСТНИЦА ДО САМОГО ДНА.

...Это был очень памятный рейс 1956 г. Дизель-электроход «Обь», доставив на ледовый материк первую советскую антарктическую экспедицию, возвращался домой. Кроме обычных транспортных функций, корабль должен был выполнять к большую исследовательскую работу. На нем находился геологический отряд, которым руководил океанолог, ныне член-корреспондент АН СССР Александр Петрович Лисицын. На каждой стоянке в открытом море (а такие станции-стоянки были предусмотрены по всему пути следования «Оби») в действие приходили судовые лебедки — под воду отправлялись дночерпатель или грунтовая трубка.

Лисицына и его сотрудников интересовали на океанском дне осадочные отложения.

Сюрпризы начались сразу же, как только за полосой материкового склона Антарктиды пошло настоящее глу-k боководье. В поднятых со дна пробах грунта неизменно были валуны, их обломки, перемешанные с тонким, словно истертым материалом и с рыхлым илом. Полное отсутствие скатанной гальки. Почти никаких следов сортирующей или какой иной работы воды. И такое — на протяжении сотен миль.

Еще мокрые и как бы заключавшие в себе мрак морских глубин валуны долго переходили из рук в руки. В оценке грунтовых проб, поднятых с океанского дна, все были единодушны — морена. Но как она очутилась на такой глубине, почему занимает столь обширное пространство?

Дело в том, что морена — творение ледников. Сползая с возвышенных участков своего ложа, ледник обычно сдирает глыбы горных пород, дробит их по дороге, истирает, царапает, делает валуны похожими на утюги, а обломкам помельче (вплоть до песчинок) придает удлиненную форму. После таяния льда остается мешанина крупного, среднего и тонкого материала — как было собрано, так все и брошено. Это и есть морена. На суше.

Но чем сотворена морена на глубоководном дне? Если считать, что сюда доходили материковые льды Антарктиды, то надо допустить, что в недавнем прошлом уровень Мирового океана был ниже на.З—4 км (!) и потом бистро поднялся, а оледенение в Южном полушарии простиралось чуть ли не до берегов Австралии. Абсурд

Лисицын высказал предположение, что моренный материал доставлен сюда плавучими айсбергами. Морская геология в то время не признавала за айсбергами суще-венной роли в осадочном процессе на глубоководье. Считалось, что они могут занести лишь случайный мусор. Тем более что осадочные породы на всем океанском дне вообще представлялись практически однородными.

И все же Лисицын высказался за айсберги. У него уже накопились данные для такого заключения. Несколько лет назад он занимался изучением Охотского и Берингова морей, на дне которых далеко от побережья тоже обнаружилось много каменных наносов (правда, в основном галечник). Лисицын доказал, что туда их доставили из прибрежной полосы тающие льдины. А сюда, по всей видимости, морену с материка принесли айсберги.

«Обь» вышла в широты, куда крупные льды не заплывали. И тогда драга перестала приносить со дна моренную мешанину. Строгой границы не прослеживалось, переход был постепенный, но дно явно пошло совсем другое.

Существенно изменился и состав морской взвеси. Лисицын был одним из первых, кто начал обстоятельно исследовать морскую взвесь.

«Обь» возвращалась домой через Индийский океан. Позади остались южлый тропик, экватор. В один из ясных дней, когда судно пересекало Аравийское море, небо вдруг заволокло бурой мглой, словно наступили сумерки. Хотя солнце стояло в зените, оно потускнело и выглядело красноватым диском.

Потом узнали: над Аравийским полуостровом пронеслась пыльная буря; сильный ветер поднял мельчайшие частички песка на большую высоту и пронес над океаном.

Изучая запыленность воздуха, Лисицын выяснял, велика ли в морских отложениях доля пыли, занесенной по воздуху с материков. Чуть только позволяла погода, в носовой части корабля над палубой поднимали «паруса»— нейлоновые сети с очень мелкими ячейками. Трение встречного воздуха наэлектризовывало нейлоновое полотно, и на него налипала та пыль, которую несли морские ветры.

Раз в сутки геологи снимали свои «паруса», промывали их в дистиллированной воде, извлекали аэрольный осадок. Потом — микроскоп, анализы.

Близ Антарктиды и в экваториальной части Индийского океана воздух был кристально чист — за сутки «паруса» едва набирали миллиграммы пыли. И взвеси в воде здесь было ничтожно мало, меньше, чем в московской водопроводной.

Однако уже на подходе к Аравийскому морю «улов» пыли стал заметно увеличиваться—сначала в десятки, потом в сотни раз.

Интересно, что и состав аэрозолей резко менялся в зависимости от того, в каком широтном поясе находилась «Обь». В северо-западной части Индийского океана это была пыль, принесенная из пустынь. И такая же; пыль присутствовала в морской взвеси. Она же составляла иногда более половины пробы грунта со дна океана.

Словом, глубоководные осадки здесь тоже имели свою специфику.

Когда по возвращении домой все эти факты были обработаны в институте океанологии АН СССР, то тогдашний научный руководитель Лисицына Пантелеймон Леонидович Безруков (впоследствии член-корреспондент АН СССР) высказал мысль, что дно океана от Арктики до Антарктики, хоть и не является полным подобием суши в смысле деления на климатические зоны, все же по-своему (и довольно четко) отражает их. Это была лишь догадка, рабочая гипотеза.

Если, плавая под водой з маске, нырнуть и потом начать подниматься навстречу солнечному лучу, то сквозь стекло становятся хорошо заметными мельчайшие соринки. В иных местах, особенно неподалеку от берега, их нескончаемый рой. Поначалу как-то не укладывается в голове, что тонкая взвесь и есть тот строительный материал, из которого складываются мощные толщи осадочных пород Земли. А между тем так оно и есть.

На суше осадочные толщи местами достигают 10 км, Это слои и прослойки, в которых чередуются всем знакомые глины, песчаники, известняки, хорошо сцементированные галечники. Вот уж где действительно запе-. чатлена большая часть биографии Земли. Люди давно стремились понять, существуют ли в осадочных процессах какие-либо закономерности.

Наиболее обоснованную теорию на этот счет построил в 50—60-х годах наш соотечественник академик Николай Михайлович Страхов. На континентах он выделил четыре типа осадочного процесса: ледовый, гумидный (влажный), аридный (засушливый) и вулканогенный.

В первом работает лед, а главные признаки — отложение морены и полное отсутствие остатков живых организмов. В гумидной зоне влаги больше выпадает, чем испаряется, и потому все определяется деятельностью воды: здесь нет отложений легкорастворимых солей, но зато накапливаются бокситы, залежи железа, марганца, угля. Разрушенный материал рассортирован водой: в одном месте хорошо скатанная галька, в другом — песок или тонкие илы. И конечно, много остатков организмов.

В аридных зонах, наоборот, доминирует испарение. Отсюда — засолонение, пласты гипса, сульфатов, карбонагов и других легкорастворимых соединений кальция, магния, натрия, калия; биологические участники процесса явно угнетены. Ну а вулканогенный тип — это царство изверженных пеплов, пыли и бомб; их распространение и состав не зависят от климата.

Классификация, как видите, лаконичная, но емкая. Она хорошо согласуется с тем, что сегодня окружает нас в природе. В общем, это надежный помощник в определении климатических зон как современности, так и далекого прошлого, а еще довольно четкое руководство Аля поиска большой группы полезных ископаемых. «Но только на материках»,— подчеркивал Страхов.

А в океанах? Считалось, что материал для морских отложений поставляют главным образом реки, а разносят поверхностные течения; они «разбегаются» на тысячи километров в меридиональном и широтном направлениях и все перемешивают. Какую-то часть осадочного материала с суши доставляют айсберги и ветры, но » он вовлекается в непрерывное движение вод, поэтому считалось, что в океанских осадках «совсем нет... морены, эоловых отложений»; некоторое разнообразие в эту общую монотонность вносит лишь сортировка речных и ледовых выносов — материал покрупнее откладывается близ берегов, на шельфе и материковом склоне, а на глубоководье — самый тонкий. В целом же «на громадных пространствах океана тянутся однотипные, варьирующие лишь в деталях известковые и кремнистые илы либо красная глина».

Это были скорее теоретические предположения. Фактического материала — океанских донных проб — было еще крайне мало.

Только в начале 60-х годов изучение морских осадочных отложений приобрело широкий размах. Установили, что мощность осадочных пород на окраинах океана не превышает материковые нормы, достигая 10—12 км (больше — лишь в дельтах таких крупных рек, как Амазонка, Миссисипи, Ганг). Но чем дальше от берегов, тем тоньше осадочный чехол. В центральных частях океанов— не более километра, а чаще — сотни метров. На гребнях срединно-океанических хребтов — практически сходит до нуля. Там лежат только твердые изверженные базальты.

А вот еще поразительное открытие: в гумидных зонах океана толщи отложений в несколько раз больше, чем в аридных (обнаружились и такие). И никакого обмена (перемешивания) осадочным материалом между зонами не происходит. Для каждой (в зависимости от климата) характерны своя мощность осадков и их состав. Только в пределах самих климатических зон мощность этих отложений менялась симметрично по обе стороны от срединно-океанических хребтов, так как ложе океана медленно раздвигается, разрастаясь за счет подъема мантийного материала, а вместе с ложем словно на транспортерной ленте смещаются в разные стороны а осадки. Близ гребня они просто не успевают накапливаться.

Иными словами, закономерности стали выявляться уже при изучении мощности океанских осадков: она зависела и от климатических зон, и от тектонических условий; имело значение также расстояние от берега, глубина... Какая уж тут монотонность!

С годами появились новые факты, противоречившие представлениям об однообразии океанского осадочного процесса. Да и главенствующая роль поверхностных течений уже вызывала сомнения. Во время плаваний по дальневосточным морям и близ Антарктиды Лисицын постоянно убеждался, что течения лишь транспортировали льдины, которые по мере таяния теряли материал, принесенный с континентов. Тот укладывался на дно почти без сортировки и сноса. В Бенгальском заливе (Индийский океан) главные поставщики глинистой и песчаной мути — реки Ганг и Брахмапутра. Однако распространяется она и осаждается не в соответствии с поверхностной системой циркуляции вод (широтной), как следовало ожидать, а поперек нее — с севера на юг. Или в Атлантике: осадочный материал из Северной Америки, прежде чем отложиться на дне, переносится не в сторону движения Гольфстрима, а в противоположном направлении — под действием иных, придонных течений.

С годами Лисицын все больше убеждался, что основная часть речного выноса вообще не достигает глубоко-водья, а оседает в устьях рек, в дельтах, эстуариях. Лишь наиболее тонкий материал длинными шлейфами тянется в сторону глубоководья. Поверхностные течения к этим перемещениям совершенно непричастны.

Немало походив по белому свету под нейлоновыми «парусами», Лисицын и его коллеги В. Н. Живаго и В. В. Серова убедились, что пыль, унесенная воздушными потоками с континентов, попав в океан, не разносится течениями, а осаждается главным образом в той же широтной полосе. Это было доказано детальными исследованиями океанского аэрозоля. Оказалось, что на дне глубоководья в аридных (засушливых) зонах скапливается удивительно много эолового материала, то есть принесенного ветром,— больше половины всего осадка. Причем расположены эти зоны и в Северном и в Южном полушариях Земли примерно на равном расстоянии от экватора, так же как расположены засушливые зоны на материках. Словно это продолжение пустынь в океанах.

С годами в подтверждение зональности морского осадочного процесса внесли решающий вклад живые маркеры.

Температурные контрасты в Мировом океане не так велики, как на суше,— не более 30 градусов между полярными областями и экватором. Причем это у поверхности океана, а на дне почти везде постоянная температура— около нуля. Казалось бы, нет оснований говорить, будто расселение мирской флоры и фауны строго связано с климатическими поясами Земли. Среди морских растительных организмов главную роль играют микроскопические диатомовые водоросли. Они составляют более двух третей обшей биопродукции океана. И обитают буквально повсюду. Почти столь же широко распространены и некоторые представители зоопланктона — фораминиферы, радиолярии.

Соображения насчет монотонности океанских отложений основывались отчасти именно на этом. Но лишь отчасти, потому что материалу биологического происхождения здесь отводилась второстепенная роль. Считалось, что доля органических остатков, достигающих глубоководного дна, совсем невелика (большая их часть растворяется по дороге). Исключение — мелководные шельфовые зоны, окружающие континенты, известные богатством всевозможной жизни.

Советские ученые — академик Лев Александрович Зенкевич и член-корреспондент АН СССР Вениамин Григорьевич Богоров — были гидробиологами. Их интересовало главным образом живое население Мирового океана. В 50-х годах они пришли к выводу, что прежде всего сама водная среда в разных районах океана далеко не однотипна. А специфика среды определяет условия питания и развития живых существ. К тому же обитатели океана связаны друг с другом длинными пищевыми цепочками. Первое звено такой цепочки— микроскопические водоросли.

Им нужны свет и соответствующая концентрация в воде минеральных солей (азота, фосфора, кремния).

Если солнечных лучей хватает, питательные соли в, при поверхностном слое используются быстро, фидопланктон развивается нормально. Глубины океана всегда богаты минеральной пищей, но там мало потребителей, ибо недостаточно света для развития фитопланктона.

— Где дверь этой «кладовой питательных веществ» приоткрывается в сторону верхних слоев моря,— говорил Богоров,— там и будет пышное развитие жизни. А открывает эту дверь своеобразный «привратник» — вертикальное перемешивание морских вод, которое иногда совершается весьма бурно, а иногда чрезвычайно слабо.

Вблизи Антарктиды постоянно охлаждающиеся поверхностные воды опускаются, а на их место поднимаются глубинные, таким образом, в этой обширной полосе фитопланктон получает хорошее питание.

В поясах умеренного климата перемешивание океанских вод связано с сезонными колебаниями температуры. За зиму поверхностные слои, охлаждаясь, уплотняются и опускаются вниз, а их место занимают более теплые, из глубин. Поэтому весной здесь происходит взрывопо-добное размножение микроводорослей — настоящее «цветение» океана.

Иная обстановка в тропических водах. Вечное лето, казалось бы, должно обеспечить неизменное благоденствие всем формам жизни. Так оно действительно и есть, но не во всей тропической полосе, а только в ее средней части, в приэкваториальной, там, где воду перемешивают широтные течения и противотечения. Немного севернее или немного южнее — застой на больших пространствах. Палящее солнце и высокая сухость воздуха вызывают здесь сильное испарение. На некоторой глубине возникает более соленый, а следовательно, и более плотный слой — своеобразная заслонка, препятствующая подъему вод, насыщенных питательными веществами. Тепла и света много, но фитопланктон голодает. А ведь эти водоросли — начало пищевой цепи. Из-за их малочисленности скуден и зоопланктон. Зоопланктоном питаются более крупные существа. Значит, и у тех голодный паек. Выходит, «пустыни» в океане, подобно пустыням на суше, очень бедны жизнью.

...Советское исследовательское судно «Витязь» совершало свое очередное плавание по Тихому океану. Экспедицией руководил Богоров. Корабль прошел с севера на юг до Новой Зеландии и с юга на север почти параллельными маршрутами. На протяжении всего рейса, несмотря на частые штормы, не прерывались исследования водной толщи. В результате впервые были получены как бы два меридиональных разреза Тихого океана — между сороковыми широтами обоях полушарий Земли. Какие полезные сведения это принесло?

Примерно до 30° с. ш., то есть в полосе умеренного климата, воды хорошо насыщены солями фосфора. Здесь изобилие всяческого планктона, но преобладают диатомовые водоросли.

По мере продвижения на юг в поверхностных слоях начала убывать концентрация питательных веществ. И планктон незамедлительно отреагировал: диатомей стало меньше, их потеснили более терпимые к недостатку фосфатов перидинеи. А еще южнее простиралась уже истинная океанская «пустыня»: в теплых водах с минимальной концентрацией фосфатов лишь перидинеи (аридная зона).

В приэквагариальной полосе картина снова изменилась: обилие минеральной пищи, и жизнь, как говорится, бьет ключом — диатомовые снова процветают и представлены большим, чем в средних широтах, числом видов.

В Южном полушарии все это чередование повторилось в обратном порядке.

То плавание «Витязя» (в 50-х годах) стало одним из первых свидетельств, что у климатических зон в океане все-таки есть свои живые маркеры. Позднее, когда исследования биологии морей приняли глобальный размах, это блистательно подтвердилось. Да, диатомей действительно превалируют среди всего населения океана. Но не всюду. И главное, от полюса до экватора существенно меняется их видовой состав. То же происходит и с другими «рганжзмами,

Оказалось, что многие представители морской фауны встречаются только в каком-то определенном районе. Более того, для каждой климатической зоны океана характерны своя сообщества живых существ, связанных и пищевыми цепочками, и приспособленностью к конкретным условиям среды.

Но какое значение все это могло иметь для типизации донных отложений, если в них, как считалось, доля органических остатков не составляет и десятой части? Дальнейшие исследования показали, что имеет, можно сказать, решающее .значение,

Лет сорок назад насчитывалось от силы несколько сотен грунтовых проб, взятых с глубоководного дна океана и подвергнутых детальному анализу. И образцы добывать было трудно, и методы анализов были не очень-то совершенными. Но вот с годами методы исследования стали надежнее, Институт океанологии АН СССР получлл возможность сопоставлять полные анализы уже тысяч грунтовых, проб и кернов бурения. И тогда появилась необходимость внести существенные исправления в прежнее представление о составе океанских осадков.

Новые выводы даже для многих специалистов по морской геологии оказались ошеломляющими: в глубоководных отложениях примерно половина (!) всего материала — это органические остатки.

Особенно примечательно, что дно как бы отражает расселение организмов по акваториям планеты. Прежде всего планктона. У диатомовых кремнистые панцири. И повсюду, где господствуют эти водоросли, грунтовые пробы отличаются прежде всего повышенным содержанием кремния. В аридной зоне, где преобладают перидинеи, или синезеленыег у которых почти нет панцирей, отложения иные — известковые за счет раковинок некоторых видов зоопланктона. Кроме того, дно показывает, насколько богата жизнью каждая зона и как все они в этом отношении отличаются друг от друга.

Здесь уместно рассказать и об особой зоне (или, точнее, обособленной).

Сенсационное открытие сделали в феврале 1977 г., когда франко-американская экспедиция на подводном аппарате «Алвин» обследовала Восточно-Тихоокеанское поднятие в 320 км к северо-востоку от Галапагосских островов. Целью погружения была геология рифта, то есть места, где раздвигается океанское ложе. Акванавты осматривали продольные трещины с натеками лавы. Все здесь говорило о растяжении дна. Они фотографировали базальтовые сооружения самых прихотливых форм, собирали манипуляторами тяжелые обломки темных скал. В общем, занимались работой, ставшей для них уже привычной. И вдруг...

Это было на глубине 2600 м. В пятне света, излучаемого прожектором «Алвина», обнаружилось что-то слегка шевелящееся. Рядом — еще и еще. Показалось? Взволнованные акванавты, не веря своим глазам, принялись обследовать все вокруг.

Сомневаться не приходилось — перед ними были живые существа. Об этом немедленно сообщили наверх, на сопровождавший корабль. Всегда считалось, что большие глубины океана безжизненны, поскольку там нет ни света, ни пищи. А тут — такое.

«Оазис» буквально кишел жизнью. В полной темноте обитало множество неизвестных науке организмов. Гигантские, сидящие в трубках черви. Белые двустворчатые моллюски каждый величиной с ладонь. Моллюски помельче располагались целыми друзами, наподобие тех плотных скоплений, что образуют на скалах мидии. Водились там креветки, слепые крабы и даже рыбы. В общем, целое сообщество удивительных существ, само присутствие которых в таком месте было неожиданным и загадочным, чтобы не сказать невероятным. О существовании подобных «оазисов» даже не подозревали.

Загадкой представлялся прежде всего пищевой «фундамент» сообщества. Кто же здесь был первичным производителем пищи? На поверхности океана и вблизи от нее — это зеленые растения, создающие органику с помощью фотосинтеза. Первая мысль акванавтов: не падают ли сюда «крошки» с того стола, что ломится от яств наверху? Но вряд ли тем могло поддерживаться такое кипение жизни. Нет, стол здесь имелся явно свой. А какой свой, это выяснилось, когда измерили температуру воды и сделали анализы ее проб.

«Оазис» располагался вокруг выходов горячей воды— вокруг гидротерм. Условия в нем были просто-таки тепличные — плюс 10—20°С. Но не это оказалось решающим для существования уникального сообщества. Главное установили в Массачусетсом технологическом институте, где сделали анализ проб воды. В океанских гидротермах, как и во многих горячих источниках на суше, обнаружилось много сероводорода. Это ядовитое соединение — излюбленная пища некоторых бактерий. Именно из него они умеют извлекать энергию, чтобы превращать углекислый газ в органические соединения, то есть в пищу.

Такие окисляющие серу бактерии нашлись и вокруг подводных гидротерм. Вот оно — первое звено. С него и началась пищевая цепь всего сообщества.

У некоторых организмов она начиналась крайне необычно. Здесь обитали и фильтраторы, отцеживавшие из воды бактерий и поедавшие их. Но правилом были совсем иные взаимоотношения.

Один из видов погонофор крайне озадачил исследователей. Нечто похожее нашел еще в 1966 г. американский гидронавт, когда опускался на своем «Дип-стар-4000» на тысячеметровую глубину близ берегов Южной Калифорнии. Он сорвал тогда механической рукой пучок таких же трубок и доставил на поверхность. Второй раз единственный экземпляр однотипного существа подняли в Атлантике с материкового склона у Гайяны, где оно пребывало на глубине 500 м.

И вот теперь погонофора на дне рифта. Причем она существенно отличалась от своих предшественниц, и потому ее назвали «рифтия».

Она преобладала среди жителей «озаиса». Плотные скопления рифтий прикреплялись прямо к базальтовым скалам почти у самых отверстий, через которые изливалась горячая вода. Каждое животное представляло;собой замкнутую трубку длиной до 1 м. На свободном конце тела у рифтий красовался ярко-красный плюмаж щупалец. Но они ничего не ловили. И вообще предназначались не для добычи пищи, скорее, выполняли роль жабр, где шел обмен кислородом, углекислым газом и сероводородом с окружающей средой. Внутри трубки помещалось тело животного.

Казалось, эти существа давно должны бы захиреть и погибнуть от истощения, поскольку ни рта, ни малейшего намека на пищеварительные органы у них не было. Однако, судя по всему, рифтиям жилось неплохо. И колония в целом, и каждое существо в отдельности отнюдь не выглядели угнетенными, их шикарные плюмажи весело трепетали, словно дорогие газовые платочки на ветру. Значит, как-то эти животные питались. Но как?

Секрет удалось раскрыть позже. Он заключался в том, что находящееся в трубке тело погонофоры оказалось заселенным множеством серных бактерий. Само тело. Хозяин исправно поставлял им газовое сырье, а получал необходимую для собственного пропитания органику. Так и жили, не обижая друг друга.

Рифтий даже выработали в своей крови специальный механизм, блокирующий ядовитое действие сероводорода, который, как известно, парализует дыхание живого существа столь же решительно, как и мгновенно убивающий цианистый калий. Здесь же гемоглобин крови совершенно безвредно для всего организма связывал одновременно и кислород для дыхания, и сероводород.

Интересно, местные крабы, живущие тем, что безжалостно объедают у рифтий щупальцы, тоже выработали в себе устойчивость против губительного действия сероводорода.

В «оазисе» жили разные виды серных бактерий, но каждая популяция животных — рифтии, моллюски — предпочитала иметь дело только со «своим» штаммом.

Вскоре после галапагосских открыли ряд гидротерм в районе Калифорнийского залива. Затем еще севернее целое гидротермальное поле с 24 горячими источниками. Потом дошла очередь до других океанов. И почти всюду в рифтах тоже обнаружились столь же удивительные «оазисы» вокруг отверстий в базальтовых скалах или рядом с параллельными неширокими трещинами.

Вблизи некоторых таких выходов горячих вод температура поднималась до 35°С, а внутри отверстий достигала даже 350ГС. Ряд гидротерм назвали черными курильщиками — над ними поднимались струи темных растворов, сильно насыщенных соединениями металлов. А по соседству — населенные «оазисы».

Нетрудно себе представить, как хрупка каждая такая веточка жизни, как зависимо ее существование от гидротермы, а вернее, от рабочего состояния самого рифта. Ведь именно он — главный даритель всех средств существования. Замри рифт, прекратись раскрытие дна — и рано или поздно обломятся веточки, исчезнут «оазисы», вымрут целые сообщества организмов.

Остановившихся рифтов на Земле было немало. Некоторые исчезли, поглощенные вместе с краем плиты в зонах поддвига. Но другие поныне доступны исследованию. Есть такой, например, в Филиппинском море. Значит, дну его тоже памятны давние трагедии маленьких островков жизни.

Впрочем, может, это надо отнести к событиям сугубо местного масштаба, не имеющим влияния на судьбы глобальных биот? Однозначного ответа тут нет. Трудно сказать, что становится спусковым механизмом крупных перестроек в земных сообществах. Экологические связи сложны.

Но при всех случаях гидротермальные «оазисы» — пример того, в какой большой степени эволюции живых сообществ (по крайней мере, этой особой зоны океана) могут зависеть от режима работы тектонического механизма Земли.

Однако вернемся к другим зонам океана.

Приблизиться к правильному пониманию явлений природы уже само по себе ценно. А рано или поздно новые знания потянут за собой новые возможности и умения людей. Так произошло и с системой климатической зональности океанских отложений, обстоятельно разработанной Лисицыным к середине 70-х гг. Она помогла установить, что донные отложения, покоящиеся сейчас на студеном северо-западе Тихого океана, образовались 150 млн, лет назад близ экватора. Это стало, конечно, еще одним подтверждением справедливости неомоби-листских представлений о разрастании ложа океана. Но не только. Появилась возможность реконструировать положение климатических зон древних акваторий нашей планеты и дополнить биографию подводного населения Земли некоторыми недостающими страницами.

В середине 70-х гг. американское судно «Гломар Чел-ленджер» плавало по всем акваториям планеты. Сообщения об этих рейсах не сходили со страниц мировой прессы. Они поступали с разных концов света, и корабль нередко называли верхом технического совершенства.

Он предназначался для проходки исследовательских глубоководных скважин. На его палубе возвышалась буровая вышка. В то время наука располагала единственным судном такого типа.

Информативность глубокого бурения (особенно в океане) оказалась поразительной. Вообще-то, наука всегда развивалась скачкообразно. Каждый такой бросок становился возможным не только в результате осмысления накопившихся фактов, но часто благодаря использованию принципиально новой исследовательской техники. Для современной геологической науки обретение глубокого бурения стало событием не менее значительным, чем появление микроскопа для биологов, телескопа для астрономов, ускорителей элементарных частиц для физиков. Нашему поколению выпало быть свидетелем прорыва человечества в заоблачный космос. Но также в «космос» подводный и подземный. Этот прорыв принес поразительную по богатству информацию об окружающем нас мире.

Со своим делом «Гломар Челленджер» справлялся умело. Оснащенный навигационной системой, учитывающей информацию с искусственных спутников Земли, он способен был со снайперской точностью выйти на место бурения в открытом море. А начав работу, застывал над колонной труб, словно намертво прикованный к дну десятком якорей. Но он не пользовался ни одним. Специальные боковые винты, управляемые компьютером, удерживали корабль в избранном месте даже при очень высоких волнах и штормовом ветре. Лисицын, участвовавший в плаваниях «Гломара Челленджера» как специалист по донным осадочным отложениям, вспоминал впоследствии: «Во время тайфуна «Виола», который был так силен, что вызвал разрушения и человеческие жертвы на Филиппинских островах, электронная система уверенно удерживала корабль в заданной точке без участия человека».

«Гломар Челленджер» мог бурить практически в любом районе океана, исключая разве что полярные, покрытые крепкими льдами. В его рейсах постоянно участвовали специалисты из многих стран, что стало свято соблюдаемой традицией. Иностранцы здесь работали, на равных с американским персоналом, вместе изучали и интерпретировали собранный материал. А это делало результаты каждого рейса «Гломара Челленджера» объективнее, осмысленнее и, следовательно, авторитетнее.

В первых же рейсах выяснилось, что в мягком осадочном чехле океанской коры часто встречаются прослои кремней. Это открытие было неожиданным для геологов и крайне неприятным для буровиков. Даже самое прочное долото с алмазной коронкой брало кремни с превеликим трудом.

— Если при бурении обычных осадков океанского дна,— вспоминает Лисицын,— керн длиной 9 м выбуривался за считанные минуты, то проходка нескольких сантиметров океанских кремней занимала многие часы и часто заканчивалась полным разрушением долота.

Вообще-то, менять долото — дело для буровиков привычное, хотя и хлопотное. Но вот вторично попадать на глубине в устье той же скважины — трюк, если можно так сказать, высшей сложности. Но юмора на корабле не теряли и говорили, что проделать такую процедуру, в сущности, не сложнее, чем с крыши небоскреба попасть концом веревки в горлышко стоящей на тротуаре бутылки.

Кремни, конечно, были не подарок. Однако так считал кто угодно, только не палеонтологи. Для них труднопроходимые прослои казались на редкость красноре-йивыми. В скважинах, пробуренных в Карибском море, вдалось добраться до осадков, отложившихся более 70 млн. лет назад (верхний мел). В них привлек внимание комплекс радиолярий — одноклеточных животных с ажурным кремнистым скелетом; их еще называют луче-виками опять-таки за красоту скелета. Они и сегодня составляют немалую часть океанского зоопланктона (хотя это, конечно, уже другие виды). А особый интерес исследователей к древним радиоляриям объяснялся тем, что несколько ранее с «Гломара Челленджера» бурили в восточной части Тихого океана и тоже поднимали керны верхнемелового возраста, в которых тоже попадались остатки обладателей ажурных кремнистых скелетов. Как-известно, между Карибским морем и Тихим океаном — барьер Центральной Америки. Но в кернах, поднятых и там и тут, были почти аналогичные комплексы видов радиолярий. Впрочем, секрета тут никакого нет.

Помните, мы с вами говорили о расколе Пангеи? Он как раз и произошел незадолго до мелового времени. Между северным и южным блоками суши раскрылся Тетис. Тогда образовался сквозной обмен водами в экваториальной полосе Мирового океана. Естественно, что в одной и той же климатической зоне расселились близкие виды тропического зоопланктона, в том числе радиолярии.

Часть теплых вод этого циркумэкваториального течения еще долго будет греть также и полярные области, отклоняясь от западных побережий океанов на север и на юг. Но к этому мы вернемся несколько позже, а сейчас продолжим о сквозном проходе близ экватора.

Он был недолговечен. Столкновение Аравии с Евразией изолировало две впадины: Средиземное море и Индийский океан. Отныне для биоты каждой из них начался независимый друг от друга путь развития. Это произошло приблизительно 25 млн. лет назад.

Но Гибралтар еще оставался широким проходом, американские материки лишь начали сближаться. Широкий обмен водами между молодой Атлантикой и Тихим океаном оставался прежним. Как и общность их обитателей.

В конце концов сузился Гибралтар, начала то и дело захлопываться его «калитка», на западе Атлантику запер Панамский перешеек — пришло время новых изоляций. Вроде бы по-прежнему у каждой из крупнейших акваторий Земли — Тихого, Атлантического, Индийского океанов — имелась экваториальная зона, вроде бы по-прежнему обитали в ней близкие виды, но их судьбам уже было уготовано разное.

Сегодня на Земле известно более 7 тыс. видов радиолярий. А ведь эти лучевики — лишь небольшая часть сложных экологических сообществ, каждое из которых по-своему реагировало на происшедшие в мире тектонические изменения и уж, конечно, не осталось неизменным.

Действие дрейфа континентов на эволюцию морской биоты подтверждают и события, связанные с обособлением Антарктиды. Тут следует еще раз поинтересоваться результатами рейсов «Гломара Челленджера». Вот что рассказали пробуренные им скважины.

80—40 млн. лет назад температура экваториальных районов была близка к современной. А в умеренных и полярных была гораздо выше. То есть тепло активно переносилось течениями, главным образом вдоль меридианов. Антарктида и пока еще сочлененные с ней материки располагались тогда в районе Южного полюса. Но теплые течения согревали их, обеспечивая устойчиво умеренный климат. У побережья Антарктиды средняя температура моря была не ниже 12°С. Поверхностные воды опускались ко дну и сохраняли там примерно ту же температуру.

Однако с расколом и перемещением континентов начали меняться сила и направление теплых течений. 55 млн. лет назад Австралия, Антарктида и Южная Америка оставались все еще едины. Но вот первая отделилась и пошла смещаться к северу. Глубоким и широким этот тасманский просвет стал, понятно, не сразу. Но все равно очень быстро охлажденные воды из юго-восточной части Индийского океана частично оттеснили направлявшееся с севера теплое Восточно-Австралийское течение. Температура вод к югу от Новой Зеландии вскоре существенно снизилась — с 19 до 12°С.

Но в Антарктиде еще стояли лиственные леса, а ближе к стыку с Южной Америкой росли даже теплолюбивые араукарии и саговые пальмы. Соответственно и в близлежащей акватории благоденствовало население умеренной зоны. Значительная часть ее планктона оставляла после своей гибели главным образом карбонатные (известковые) отложения.

38 млн. лет назад Австралия отодвинулась от своих недавних соседей настолько, что пролив южнее нее стал широким и глубоким. В него уже беспрепятственно хлынули охлажденные воды, которые теперь уже полностью оттеснили теплое Восточно-Австралийское течение и устремились дальше, вокруг Антарктиды. На восточной ее территории наступило резкое похолодание. Так. на вершинах гор Гамбурцева и соседних возвышенностях, появились ледники. Постепенно они слились и образовали единый щит. Сравнительно небольшой. Но его появление сказалось на некоторых других возвышенных районах континента. Ледники возникли на Земле Королевы Мод и в Трансантарктических горах. Студеный щит распространился почти на всю Восточную Антарктиду.

Между тем свободно огибающие ее охлажденные воды (их температура упала до 4—5°С), достигнув западных берегов Южной Америки, поворачивали на север. Они добирались до тропиков и вливались в Южное экваториальное течение Тихого океана, разбавляя его. А так как это течение, в свою очередь, тогда еще проникало в Индийский океан через обширный проход между Австралией и Юго-Восточной Азией, то стало несколько холоднее и в тропических районах.

Правда, в Западной Антарктиде еще не было холодно. Связь с Южной Америкой по суше не прерывалась, и в море Уэддела по-прежнему проникало теплое течение из Атлантики. Ничто ему не препятствовало омывать обширное побережье. Там все еще шумели густые лиственные леса. А в акватории благоденствовали обитатели умеренной зоны. Но тому благоденствию оставался уже недолгий срок.

Около 25 млн. лет назад Австралия, продолжая свой дрейф на север, перекрыла Южному экваториальному течению проход в Индийский океан, и оно повернуло на юг. От этого усилилось Восточно-Австралийское течение. Его теплые воды снова стали частично достигать берегов Антарктиды. Там несколько потеплело.

Однако 12 млн. лет назад ситуация резко изменилась. Началось, разумеется, с очередных тектонических катаклизмов. Южная Америка окончательно оторвалась от Антарктиды. Раскрылся широкий пролив Дрейка. Это, казалось бы, локальное событие гулко отозвалось буквально повсюду.

Холодные воды, окаймлявшие Восточную Антарктиду, хлынули в Южную Атлантику. Они оттеснили теплое течение от берегов моря Уэддела. Ничто больше не мешало их движению вдоль всей Западной Антарктиды. Кольцо вокруг самого южного материка замкнулось, поставив плотный барьер на пути усилившегося было Восточно-Австралийского течения. Температура воды у берегов Антарктиды опустилась до 2°С.

Теперь оледенение охватило и западную часть континента. Он оказался полностью изолирован циркумполярным течением и образовавшимся обширным холодным фронтом.

В составе обитателей подводного царства тоже незамедлили произойти большие изменения. О том рассказали керны, поднятые из пробуренных скважин. На смену карбонатным отложениям пришли кремнистые — принципиально иные, мощные накопления на дне всего приантарктического района. Это означало, что планктонные организмы, строившие свои скелеты из кальция, уступили место тем, что предпочитали использовать для той же цели кремний. А планктон, как известно, находясь на нижней ступеньке биологического сообщества, многое в нем определяет.

Может, это имело сугубо местное значение? Но вот палеонтолог Мейен, например, был убежден, что глубокие перемены во флоре и фауне Земли всегда начинались не сразу повсюду, а с отдельных регионов, и лишь впоследствии принимали глобальный характер.

Кстати сказать, с оледенением Антарктиды похолодание распространилось на всю планету, сказавшись и на величине климатических зон, и на видовом составе всей земной биоты. В том числе, конечно, и морской. Сначала образование Восточно-Антарктического ледникового щита привело к резкому изменению климата ряда регионов Земли. В экваториальных районах Тихого океана температура поверхностных вод снизилась с 28 до 22° С. В Северной Бразилии субтропическая флора сменилась умеренной. Все это, конечно, связано с увеличением альбедо нашей планеты (из-за распространения антарктических ледников), то есть с усилением отражения солнечных лучей в мировое пространство, приводившем ко все большим потерям тепла. Дальше. Рост ледников в Западной Антарктиде привел к возникновению феномена антарктических придонных водных масс: они стали формироваться подо льдом в море Уэдделла и распространяться у дна далеко на север, включая Северную Атлантику. Образование этих водных масс принципиально изменило условия придонной циркуляции в Мировом океане.

А началось-то с чего? С открытия тасманского прохода и пролива Дрейка. Вернее сказать, и на сей раз все с того же — с перемещения континентов. При этом в условиях глубокой регрессии, при убывании углекислоты из атмосферы.

Впрочем, справедливости ради следует признать, что многие серьезные перестройки в биоте планеты никак не связать ни с колебаниями климата, ни с трансгрессиями океана, ни с его регрессиями, ни с расколом или столкновением материков. Что-то еще постоянно и основательно донимало флору и фауну Земли. Что же?

МАЯТНИК ЭВОЛЮЦИИ.

Разговор с палеонтологом получился у Неручева странным.

— ...Дались вам эти черные сланцы!—удивился" тот.— Ничего же интересного. \_ Да?

— Уверяю вас! Флора и фауна куцые...

— А уран?!

— Насчет урана, Сергей Германович, поговорите с геохимиками.

Нет, палеонтолог тогда не внес ясности.

Но и у геохимиков удалось разжиться лишь несколькими противоречивыми предположениями.

В общем, черные сланцы по-прежнему оставались для Неручева «вещью в себе». Ему же надо было знать о них все. И не только из-за нефти.

Множество фактов, которые он столь долго добывал, начали переплетаться друг с другом, словно шерстинки в толстой нити. Удивительной нити! Она повела его в смежные области знания. Приоткрыла вроде бы реальный, показавшийся ему совершенно невероятным мир, который, конечно, захотелось и понять, и как-то объяснить. Однако это был мир, считавшийся далеким от привычной для Неручева геологии. Его смущала необходимость вторгаться туда, где он чувствовал себя отчасти дилетантом. Но он не мог остановиться. Следуя опять же за фактами, он все дальше выходил за круг своих первоначальных исследовательских намерений. И с этим уже ничего нельзя было поделать.

А началось все, конечно, с нефти. С ней была связана большая часть его жизни: с ее геологией, с поисками месторождений, наконец, с проблемой ее происхождения. .Судьба довольно бесцеремонно бросала его с места на место — из Дагестана в Узбекистан, с отрогов Гис-сарского хребта к подножию хребта Верхоянского, из Южной Якутии в Ставропольский край, а оттуда в Западную Сибирь... Где он только не побывал к своим 55 годам! Экспедиция следовала за экспедицией.

Впрочем, постоянным местом его жительства неизменно оставался Ленинград, а работал он все годы во Всесоюзном нефтяном научно-исследовательском геологоразведочном институте (ВНИГРИ), где защитил и кандидатскую и докторскую диссертации и стал с годами заведующим отделом.

В экспедициях он раз от разу получал все больше подтверждений идеи о материнских свитах. Суть ее, возникшей как развитие теории органического происхождения нефти, вот в чем. Нефть образуется из биологических остатков, но только в таких природных реакторах, где на них достаточно долго воздействуют нужные давление и нагрев. Эти условия существуют в земной коре лишь на определенной глубине. Сопутствующие там друг другу пласты геологи объединили в свиты, в которых и заключено, так сказать, нефтяное производство, отчего свиты назвали материнскими. Образовавшаяся там горючая жидкость сначала рассеяна по всей толще. Лишь много позже часть ее выдавливается в другие подземные горизонты, где она скапливается в залежи.

Неручев убедился: источники, питающие конечные резервуары, могут быть необычайно мощными. Помнится, сведения о баженовской свите в Западной Сибири поначалу показались ему просто фантастикой. Там было всего метров тридцать толщины, где, по расчетам, заключа лись в рассеянном состоянии какие-то немыслимые миллиарды тонн нефти! Конечно, эта нефть далеко не вся находилась в месторождениях, в большинстве своем оставалась рассеянной по огромному пространству приобских недр. Но она говорила о том, какое колоссальное количество органических остатков было захоронено там 140 млн. лет назад.

Именно в щедрости материнской свиты, по-видимому, и таился секрет ныне всем известного нефтяного богатства Западной Сибири. В щедрости лишь 30-метровой толщи. Вот тогда-то Неручев понял, что впредь не должен упускать из виду ни малейшей детали, относящейся к материнским свитам.

Как выяснилось, баженовская свита широко распространена. Осадки, давшие начало этим своеобразным породам, отлагались в морском бассейне, покрывшем в период максимума трансгрессии океана (на границе юры и мела) территорию нынешней Западной Сибири. В ее недрах свита занимает более 1 млн. км2. На других континентах она столь же густо насыщена органическими остатками чаще морского, а то и озерного происхождения. Так было в Монголии, на востоке и западе СССР в Англии, на обширном пространстве Средиземноморья в Австралии, в Южной Америке и даже на дне Атлантического океана — близ Фолклендских (Мальвинских) островов.

Иными словами, существование ее следовало признать фактом глобальным. Причем ее нижняя и верхняя границы фиксировались в геологических разрезах на редкость четко. Повсюду это выглядело примерно так. Светлые, почти без остатков жизни более древние осадки вдруг сменялись черными сланцами — породами бурыми и совсем темными, сильно насыщенными органикой. Именно вдруг. Не постепенно, а резко, иногда на протяжении всего нескольких сантиметров разреза. И по всей Земле почти в одно время: где-то на границе юрского и мелового периодов.

Иностранные сестры баженовской свиты тоже были сравнительно невелики по толщине, но тоже занимали обширные пространства, протягиваясь на 2 тыс. км очень широкой полосой.

Что случилось на нашей планете в те далекие времена? Отчего наступила эта непродолжительная, но яркая биологическая вспышка? Климат? Неустойчивость земной орбиты? Каверзы космоса? Может, дело все-таки в изменении уровня океана? Ведь вспышка совпадает х пиком трансгрессии.

Неручев думал, собирал мнения коллег, листал научные журналы и книги... Убедительного ответа не было.

Но появилось убеждение, что проблема не ограничивается баженовской свитой. В истории Земли, как выяснилось, этот комплекс отложений был отнюдь не единственным в своем роде. Нечто похожее существовало и до него, и после.

Самые первые черные сланцы — древнее 3 млрд. лет — известны в Южной Африке. Их соорудили бактерии и синезеленые водоросли. Есть черные сланцы и менее древние, и сравнительно молодые — недалеко удаленные от нашего времени, отложившиеся в середине мелового периода, в конце него и уж совсем близко от нас... Часто такие эпохи охватывали чуть ли не всю Землю.

В Таджикистане, например, в пределах Гиссарского хребта толща сланцев, сильно обогащенных органикой, отложилась в недавнее эоценовое время. Ее ближайшие родственники — и на океанском дне, и на материках. Это кумекая свита, протянувшаяся размашистой лентой от Восточного Каспия до Крыма; это ее аналоги в Болгарии, Австрии, Ирландии, в Северной Африке, на обоих континентах Западного полушария.

В общем, Неручев выяснил следующее. В истории Земли было не менее двадцати сравнительно кратковременных эпох быстрого и обильного накопления органического вещества в осадочных толщах. Такие эпохи повторялись столь ритмично, словно их включал и выключал какой-то гигантский маятник. И часто одновременно на большей части земного шара!

Конечно, прежде всего эти двадцать эпох интересовали Неручева как материнские свиты, как века сотворения нефти. И здесь удалось выяснить немало нового. В баженовской свите геологи впервые установили тесную связь между образованием нефти, ее накоплениями и выделением в месторождения. То, что нефть нашли в ассоциации с материнским органическим веществом, подтверждало справедливость органической теории ее происхождения. Построили общую модель образования и накопления нефти в баженовской свите. Но в ней, как и в ее аналогах, обнаружилось и много других неожиданных и таинственных вещей. Ну, хотя бы такой парадокс: ведь палеонтолог был отчасти прав, говоря, что в черных сланцах нет ничего интересного, по-своему прав...

Как естественно, как привычно нам окружение разноликого множества живых существ — ветвящихся и цветущих, ползающих и плавающих, бегающих и летающих! Трудно себе представить мир иным. Возможна ли, скажем, вот какая ситуация? Вдруг на Земле исчезла почти вся живность. Остались и благоденствуют одни божьи коровки. И то лишь такие, у которых на спинках по две или по четыре точки. Только эти и расплодились. Причем самым кошмарным образом: заполонили всю планету! Невероятная ситуация, не правда ли?

Однако нечто подобное, оказывается, и наступало каждый раз в те периоды, когда образовывались черные сланцы. Ну, божьи коровки тут, конечно, ни при чем, о них лишь для наглядности. А остальное происходило именно так.

...Докембрий. 600 млн. лет назад. Морской растительный планктон уже достаточно разнообразен. Но вот приходит короткая эпоха бурнрго накопления органики и... все на земном шаре вытесняют самые примитивные одноклеточные синезеленые водоросли, да и то лишь ]—2 их вида.

...Позади миллионы и миллионы лет. Снова многолик живой мир планеты. Настает положенный час, и опять почти все сущее на ней вымирает, чтобы уступить место биологической вспышке нескольких видов других водорослей. Только они бешено плодятся.

...Граница пермского времени с триасом. Богатая и разнообразная фауна исчезает. Это особенно наглядно в разрезе Соляного кряжа в ФРГ. Из 79 родов пермской фауны только 5 переходят в следующую эпоху. Нечто похожее и в Скалистых горах Северной Америки: из 70 родов пермских моллюсков остались только два.

...Время баженовской свиты. Очередной «мор». С той разницей, что, помимо синезеленых и зеленых микроводорослей, встречаются фораминиферы — представители зоопланктона. И опять лишь скудный состав очень близких родственников. В их власти — весь мир!..

Вот откуда отсутствие энтузиазма у палеонтологов, когда речь заходит о черных сланцах: в том изобилии остатков жизни поразительная бедность форм организмов; вроде бы и изучать нечего — раз, два и обчелся.

Отчего так случалось на нашей планете? Задавая с непосредственностью непрофессионала этот свой вопрос биологам, Неручев не предполагал, что тот заведет его в дебри одной из самых сложных проблем современной науки.

Впрочем, все, кто сталкивался со странным сочета-, нием бедности и богатства черных сланцев, искали его причину. С годами на этот счет сложились вот какие версии.

Одна все сводила к периодическому прорыву на юг холодных арктических течений. Мол, теплолюбивые организмы ,от того гибли, а выживали и взрывоподобно размножались самые стойкие.

Согласно другой, главная причина заключалась в придонном сероводородном заражении. В застойных водах иногда бывает, что из-за недостатка кислорода органическое вещество, осадившееся на дно, не разрушается окислением, а как бы консервируется. Тому способствуют бактерии, живущие переработкой соединений серы.

По мнению Неручева, ни то ни другое объяснение не годилось. Первое противоречило сведениям палеоклима-тологов о реальной температуре морских вод в далеком прошлом. Второе не проливало свет на то, почему черным сланцам свойственна бедность ископаемых видов. Не могла же происходить выборочная консервация каких-то особых групп организмов.

Лишь много позже Неручеву удалось предложить свою версию. На оригинальную идею его натолкнуло еще одно необычное свойство черных сланцев, о котором стоит рассказать подробнее.

Впервые получив результат химического анализа образцов из баженовской свиты, Сергей Германович поразился аномально большому содержанию в них урана, хотя там вовсе не было промышленной залежи. Позже выяснилось: это не исключение, а правило для всех аналогичных горных пород. Причем независимо от их возраста.

Геохимики, как оказалось, знали о нем давно. И так же давно спорили о причинах странного явления. В их дискуссиях опять-таки фигурировало сероводородное заражение.

— Это из-за него,— говорили Неручеву,— часть урана, тория и других тяжелых элементов из морской воды переходила в нерастворимую форму и выпадала в осадок.

Однако Сергей Германович убедился, что концентрация урана и тория повышена и в тех черных сланцах, где, если так можно выразиться, сероводородом и не пахло. То же подтверждали наблюдения известных геохимиков: нашего Г. Н. Батурина и англичанина Э. Т. Дегенса.

— Причина накопления тяжелых элементов совсем иная,— высказывали геохимики еще догадку.— Их на дне бассейнов сорбировали органические остатки.

Увы, сорбция, то есть поглощение осадочной породой металла, рассеянного в воде, могла, как выяснилось, обеспечить лишь небольшую его концентрацию.

Тем дело не кончилось. Были и другие предположения. Ученые обстоятельно обсуждали возможность прижизненного накопления урана организмами. Сему имелось немало подтверждений. В теле некоторых кораллов, например, концентрация этого металла раз в 700 выше, чем в воде, а в одном из видов водоросли хлореллы и того больше — почти в 4 тыс. раз. Но далеко не все морские жители были такими же рекордсменами.

Оттого-то, наверное, Г. Н. Батурин продолжал стоять за сорбцию. Он подсчитал: средняя концентрация урана и других тяжелых элементов в морских существах гораздо ниже, чем в осадочных породах земной коры. А уж в сухопутных организмах — тем более. Из чего вроде бы следовало: ни те ни другие не могли играть роль основных поставщиков радиоактивного металла черным сланцам.

Вот тут, после разговора с Батуриным, у Неручева и мелькнула своя догадка — поначалу еще неясная, расплывчатая. Сергей Германович подметил у собеседника слабое место.

Дело в том, что остатки погибших организмов отнюдь не без потерь достигают морского дна — значительная их часть окисляется по дороге и в виде минеральных соединений остается в толще воды. Мало того, разложение продолжается и на дне, и даже (правда, гораздо медленнее) в самой толще недр.

Одно было непонятно: как биологические остатки попадают на морское дно? Дело в том, что просто под действием силы тяжести, так сказать, своим ходом они туда добраться никак не могут. Почему? Ведь все так просто и естественно: сколько бы ни кружились подводные соринки, а все равно должны опуститься на дно, как оседает пыль на суше, как падают на землю легкие снежинки. Куда им еще деваться?

Увы, деваться им есть куда. И Неручев, наверное, зашел бы здесь в тупик, если бы не одно интересное исследование океанологов.

Около тридцати лет Александр Петрович Лисицын посвятил, как вы помните, изучению морской взвеси. (Средний размер частиц повсюду примерно одинаков — 11 мк (попадаются, конечно, раз в десять и крупнее и мельче). Скорость их осаждения меньше 2 см в сутки, и падением-то не назовешь, скорее, какое-то витание. Но и такими темпами все же можно пусть за 400—700 лет достигнуть глубины 3—5 км. Однако и того не произойдет — взвесь должна попросту раствориться по дороге. А если бы что и осталось, то было бы унесено за многие тысячи километров сначала поверхностными течениями, (потом .более глубокими противотечениями и наконец (оказалось бы во власти придонных течений. I И все же остатки большинства микроводорослей, когорые вроде бы должны были раствориться уже на глубине нескольких сот метров, опускались на дно, на 1-лубину 4—5 км, и притом именно в той климатической роне, где они обитали в поверхностных водах. Что им Гпомогало?

Еще в начале нашего века ученые, которые занимались исследованием планктона, заметили, что рачки зоопланктона, питающиеся биофильтрацией, выбрасывают пищевые комки, заключенные в тончайшую оболочку. Причем это не были фекалии—в них оставалась часть непереваренной пищи. Комкам дали название «пеллеты». В 30-х гг. в Англии появились первые описания пел лет, извлеченных из осадков со дна мелководного залива Клайд, близ Глазго. Комки цилиндрической формы заключали в себе главным образом почти непереваренные остатки водорослей (целые диатомеи) и немного микроскопических минеральных частичек. Это подтверждал и микроскоп, и химический анализ. Величина пеллет — от десятков микрон до нескольких миллиметров.

Такие комки, как оказалось, производят все фильтрующие животные — оболочники, рачки, моллюски. Океан заселен несметным множеством всевозможных фильтра-торов. Поражает их фантастическая работоспособность. Широко известная мидия, сидя в своей бурой раковине, улавливает частички размером менее микрона. Мидии обитают на дне в шельфовых водах, где наибольший снос с суши. Колония этих моллюсков способна за сутки полностью очистить от взвеси до 1 тыс. т воды.

Рачки-копеподы, особенно многочисленные в составе зоопланктона, должны в сутки получать пищи не менее трети собственного веса. Они работают почти беспрерывно, ухитряются улавливать частички величиной менее 1 мк.

Выделенная из воды взвесь связывается в комки и облекается в хитиновую оболочку. Зачем нужна упаковка? Чтобы не использовать отходы вторично. Оболочка — своего рода метка.

Лисицын был первым, кто всерьез заинтересовался глобальным масштабом деятельности фильтраторов. Когда он сделал необходимые расчеты, то был потрясен ее грандиозностью. За год все вместе взятые живые фильтраторы процеживают раз в 500 больше воды, чем ее выносят за это же время все реки мира.

Итак, остатки водорослей и частиц, принесенных с суши, еще у поверхности уложены фильтраторами в пеллеты— в своеобразные природные контейнеры. Укрупненные, утяжеленные, они опускаются быстрее, чем обычная взвесь. И хотя «срок годности» оболочек всего несколько дней, реже недель, пеллеты успевают опуститься довольно глубоко. Потом контейнер разрушается, а его содержимое остается. Это явление морские геологи обнаружили только тогда, когда смогли заняться изучением взвеси на больших глубинах,— стал очевиден пеллетный поток осадочного вещества. Выяснилось, что в тесной взаимосвязи с этим процессом идет еще один. Биологи установили, что существуют массовые ритмичные перемещения живых организ-. мов по вертикали океанской толщи — суточные, сезонные, возрастные. В этом участвуют многие виды—от; простейших до рыб. Одни поднимаются из глубин ночьюк а спускаются обратно днем, другие — наоборот. Одни устремляются к поверхности с началом весеннего или осеннего цветения водорослей. Другие проделывают та же только в определенный период своего развития. I Известному советскому биологу М. Е. Виноградове из Института океанологии АН СССР во время плаваний на «Витязе» удалось установить (как и ряду его зарубежных коллег), что главная причина таких вертикальных миграций — кормовая. Уже в поверхностном слое не только водоросли, но и пеллеты более мелких организмов служат пищей для более крупных организмов. «Оригинальная упаковка» чаще всего не успевает раствориться; комки, не распавшись, идут в пищу.

Опускаясь, мигрирующие фильтраторы тоже облекают в оболочку свои пеллеты, которые на каком-то этаже пониже становятся добычей других организмов, обитающих в более глубоких слоях океана, и так далее. В желудках рачков-фильтраторов, живущих на глубине 4000 м (и даже 8000. м), были обнаружены светолюбивые диатомовые водоросли с поверхности океана.

Эта живая лестница опускается до самого дна. Несколько лет назад в районе Багамских островов американские ученые расставили (с помощью подводного аппарата «Алвин») на глубине специальные ловушки в виде широких воронок. Осевший в них материал практически целиком состоял из крупных пеллет, которым глубинные течения уже не угрожали сносом.

Здесь, на дне, пищевые контейнеры постепенно утрачивают свою оболочку, она разрушается, а материал, доставленный сверху, размещается на длительное хранение. Потому-то геологи и не обнаруживали в грунтовых пробах целых пеллет.

Удалось определить и скорость, с какой комки достигают дна. В среднем примерно 150 м в сутки (вместо 2 см в сутки у незапакованного материала). Биофйльт-раторы ускоряют процесс осаждения океанской взвеси в тысячи раз. В сущности, только они и делают возможным захоронение органического вещества.

Но какое это имеет отношение к накоплению урана в осадочных породах? Самое непосредственное.

Тут как раз и проявляется поразительная способность живых существ концентрировать рассеянные в морской воде различные химические элементы. В 1 г сухого планктона столько же алюминия, сколько его содержится в 300 л морской воды. Есть рачки и водоросли — концентраторы серебра, кадмия, хрома, молибдена, меди, кобальта. О концентраторах урана вы уже знаете. И весь этот набор металлов с пеллетным потоком по той же «живой лестнице» постепенно отправляется на дно.

Многолетними исследованиями Лисицын доказал, что в осадочном процессе, идущем в океане, решающая роль принадлежит живым организмам.

А коль скоро так, то главными собирателями урана вполне могли быть живые существа. Среднее его содержание в их остатках или пеллетах поначалу было действительно невелико. Но вот что происходило затем. Органика начинала окисляться, а накопленный уран оставался почти не тронутым в неразложившейся части. Естественно, его относительное содержание там увеличивалось. Так же шло на всех последующих стадиях переработки погибших существ и пеллет. В результате концентрация урана постепенно увеличивалась. Иными словами, о каждой ступенью переработки органики происходило как бы обогащение ее радиоактивным металлом. Это прежде и не учитывалось.

Когда Неручев тоже взялся за подсчеты, обнаружилось, что предложенный им механизм «обогащения» вполне годится. -Но... только для обычных осадочных пород. К черным сланцам, где концентрация урана раз в десять, а то и в сто больше, его механизм неприменим — явно не хватает «мощности».

В чем же Неручев ошибся?

Трудно сказать, как долго продолжались бы его раздумья, если бы не счастливый случай. Впрочем, какой же это случай? С некоторых пор Сергей Германович не пропускал ни одной научной публикации, имеющей отношение к интересующей его проблеме.

Очередное исследование касалось всего-навсего одного из озер на территории нашей страны, но имело для Неручева исключительное значение. В сравнительно небольшом бассейне обнаружилось резко повышенное по сравнению с другими современными озерами, морями и океанами содержание урана в воде (из-за размыва рудного месторождения). Интересный факт пришелся спасительным дополнением неручевскому механизму «обогащения». Потому что и организмы, обитавшие в том озере, оказывается, накапливали в себе существенно больше урана, и в донных осадках его было так же много, как в черных сланцах.

Иначе говоря, тут напрашивался совершенно неожиданный вывод. Черные сланцы образовывались каждый раз тогда, когда в океане, пусть на короткое время, резко увеличивалась (в десятки и в сотни раз) концентрация урана.

Во всем океане?! На всей Земле?! Возможно ли такое?

Результат придирчивой геохимической проверки: в современном океане концентрация урана обычна—десятимиллионные доли процента. Обычной ее можно считать потому, что такой же она чаще всего бывала в далеком и близком прошлом.

А вот в течение коротких эпох позднедевонского и позднеюрского времени она увеличивалась в десятки раз; на протяжении других геологических периодов эпизодически повышалась в пятьсот и даже в тысячу раз. Именно тогда, кстати сказать, когда закладывались очередные черные сланцы. Для накопления такого количества урана (который имеется только в одной баженов-ской свите) необходимо было бы извлечь его из объема воды, равного трем тысячам объемов (!) существовавшего тогда Западно-Сибирского моря. А в отложениях Скалистых гор сконцентрировано столько урана, сколько при современной его норме могло содержаться в пяти объемах Мирового океана (!).

Выходило, что неручевский механизм «обогащения», возможно, и в самом деле справедлив. Сергей Германович почувствовал себя на верном пути.

И что же, проблема была закрыта? Отнюдь нет. Трудных вопросов по-прежнему хватало. И теперь первый из них — конечно, об источнике таких невероятных подскоков урана в морской воде.

А какие вообще у океана поставщики рассеянных металлов?

Вплоть до середины нашего века наука знала об этом не так уж много: снабжает в основном суша, доставляют реки и ветер. Подводные вулканы? Их вклад оценивался очень скромно. Тогда откуда было взяться лишнему?

Когда в конце 40-х гг. два небольших судна «Альбатрос» и «Атлантик-П» зафиксировали в придонной части Красного моря необычно высокую температуру воды, это мало кого взволновало. Тогда еще никто не заводил разговоров о подводных осевых долинах. Однако по прошествии полутора десятков лет, после открытия средин-но-океанических хребтов, ученые заговорили о том, что Красное море и восточноафриканские рифты с их цепью знаменитых озер — это, по-видимому, те места, где и сегодня (буквально на наших глазах) раскалываются континенты. Температурным феноменом Красного моря решили заняться всерьез.

Исследовательские суда многих стран стали частыми гостями у аравийских берегов. В течение каких-нибудь двух лет здесь побывали (порознь и одновременно) экспедиции из Англии, Советского Союза, США, ФРГ, Швеции. Сменялись флаги и названия судов — «Диска-вери», «Академик Сергей Вавилов», «Чейн», «Метеор», а работа оставалась той же. Всех интересовало дно межматериковой щели. Туда, в глубины бирюзовых вод, опускались термометры, драги и прочие орудия исследовательского «лова». Показания приборов и добычу изучали со всем тщанием, на какое только была способна изощренность современной науки.

Англичане сообщили, что у дна впадины глубиной более 2 км — там, где во всех других морях устойчиво держатся слои стылых вод,— их термометры показали 44°С. Даже на поверхности акватории под палящим аравийским солнцем температура оставалась вдвое меньшей. Но еще резче перепад был в уровнях солености вод.

Год спустя с борта «Академика Сергея Вавилова» открыли другую, столь же глубокую впадину. И тоже с горячим, очень соленым бассейном на самом нижнем этаже.

Наконец, общими усилиями обнаружили и третью впадину — особенно большую. В ней температура придонного слоя приближалась к 60°С, а соленость была раз в 5—10 выше, чем у обычной морской воды.

Иначе говоря, здесь находились гигантские хранилища горячих рассолов. И каких рассолов! С небывало высокой концентрацией железа, марганца, цинка, меди, свинца, серебра, золота и других металлов.

Еще более удивительным здесь оказалось содержимое дночерпателей. Они доставляли на поверхность полужидкий ил. И никому из исследователей еще не доводилось видеть ил столь фантастически ярких расцветок. )эыло такое впечатление, что на дно здешних впадин кто-то выдавил из множества тюбиков красную, коричневую, зеленую, желтую, синюю, оранжевую, белую и черную краски и, довольный своим веселым озорством, решил, не перемешивая, оставить все как есть.

Когда этот радужный ил высушили и отмыли от соли, то получили настоящий рудный концентрат со знакомым комплексом тяжелых металлов.

Толщина таких залежей достигала местами 100 м. Они были поразительно молоды — разве что вдвое старше древнейшего Египетского государства. По предварительным подсчетам, во впадинах уже накопились десятки миллионов тонн полужидкой руды.

В общем, на Земле нашлось рудное месторождение в процессе формирования — так сказать, действующая модель одного из вариантов образования полезных ископаемых. И конечно, перед учеными первым встал вопрос о происхождении феномена: что послужило для него источником тепла и металлов?

Внести некоторую ясность в происхождение рудоносного ила на дне Красного моря помогло глубоководное бурение. Оказывается, само море образовывалось в два этапа и имело своеобразную историю. Первый этап начался примерно 40 млн. лет назад. Сначала появилась довольно протяженная узкая акватория. Затем в ее развитии наступила долгая пауза, середина которой со впала с периодом максимального оледенения Антарктиды, когда уровень Мирового океана понизился метров на 100. На время Красное море действительно стало
почти замкнутым бассейном. Оно уже тогда находилось в полосе сухого жаркого климата, отсюда интенсивное испарение и осаждение соли. Но изоляция его, по-видимому, была неполной: в него проникала океанская вода, а с ней— все новые массы соли. В результате донные отложения соли и гипса достигли 5-километровой толщины и заполнили собой чуть ли не весь бассейн.

Так это выглядело примерно 5 млн. лет назад — как раз тогда, когда расширение Красного моря возобновилось. Монолиты соли, как известно, пластичны (они даже способны течь под действием собственной тяжести). Оттого-то вся мощная толща донных отложений оказалась не сразу разорванной, а как бы растянутой; она и поныне кое-где перекрывает красноморскую осевую долину. Именно в этих местах и встречаются те самые рассолы, на которые обратили внимание уже первые экспедиции, изучавшие тамошнее дно. А более поздние исследования навели на мысль, что характерный набор рудных компонентов, по-видимому, поставляется во впадины двумя источниками — соляными толщами и рифтовыми расщелинами. Из последних также поднимается тепло. Рассолы способствуют тому, что ассоциация металлов не рассеивается по всему бассейну, а концентрируется в виде полужидкой руды на дне межматериковой щели. В общем, картина местных эволюции стала представляться более сложной, чем раньше.

Вскоре выяснилось, что на Восточно-Тихоокенском поднятии, вблизи от его осевой части, тоже есть рудные осадки. Они представляют собой бурую рыхлую массу (похожую на ил) с большим содержанием металлов. Нечто подобное обнаружилось на гребнях Центрально-Индийского и срединно-атлантических хребтов. В образцах этих донных отложений имелись медь, цинк, молибден, кобальт, серебро, то есть те же рудные компоненты, которые характерны для рассолов и ила Красного моря.

Одно было несомненным: образование рифта проходило здесь последовательные стадии, которые определялись подъемом мантийного вещества. Многое говорило о разрастании коры, о том, что на следующей, более зрелой стадии развития, возможно, будет формироваться молодой океан типа Атлантического.

Наконец, очень интересные образцы грунта подняли с гребня Аравийско-Индийского хребта. Исследователи получили обломки коренных пород подводного рифта, пронизанные множеством жилок. Спектральный анализ показал, что это рудные прожилки, содержащие опять-таки хорошо известный уже набор металлов (железо, марганец, медь, никель, кобальт и др.). Здесь явно были внедрения горячей магмы с щедрым набором солей и металлов.

Все это поразительно точно подтвердилось, когда ученым удалось увидеть ряд участков глубоководного рифта собственными глазами. Самое дно бездны!

— ...Мы легли на грунт. Каковы наши координаты?

— Вас понял,— доносится голос сверху. На корабле уточняют местонахождение «Алвина» и передают сообщение подводному экипажу.

— О, мы в пятидесяти метрах от цели! Не так плохо...

Прямо перед иллюминатором «Алвина» — очень крутой склон, на который направлен луч прожектора. Видны застывшие потоки лавы, похожие на связку длинных труб. Когда-то, во время излияния, они, быстро охлаждаясь, затвердевали поначалу только снаружи, а внутри, под коркой, продолжали течь, наращивая каждую трубу. Так нагромождались целые системы «лавопроводов». Теперь они полуразрушены.

Вокруг — кромешная тьма, какой, собственно говоря, и полагается быть на глубине двух с половиной кило метров. Механическая рука батискафа дотягивается до Освещенного круга и вскоре кладет кусок лавы в секцию Вращающегося контейнера.

— Стоянка номер один обследована. Направляемся к впадине.

«Алвин» опускается до основания последней связки труб. Уже совсем близко дно расщелины, лежащее ниже 3 км. В могильную тишину изредка врываются едва слышные голоса французских коллег, работающих где-то неподалеку в своем «Архимеде». Они тоже переговариваются со своей плавучей базой.

К этой совместной франко-американской программе обследования срединно-атлантического рифта готовились три года. Из всех известных к тому времени подводных аппаратов отобрали «Алвин» с «Архимедом» и «Циану» — французское «ныряющее блюдце». Потом были десятки погружений на разную глубину и множество технических усовершенствований.

Самым заслуженным был французский «Архимед». Спущенный на воду еще в 1961 году, он воплощал в себе блестящую техническую идею швейцарца Огюста Пик-кара, открывшую субмаринам путь к неограниченным глубинам. На первом же году своей жизни «Архимед» опустился в Тихом океане на 9,5 км. И это не было пределом его возможностей. Батискаф мог брать на борт около 4 т научного оборудования и обеспечивал экипажу безопасность. У него был очень прочный корпус. Его гидролокатор обнаруживал донные объекты на расстоянии полукилометра. Механической рукой и буром с батискафа можно было быстро брать пробы даже очень твердых пород.

Американский «Алвин», о котором уже шла речь, — это более миниатюрное судно. Полезный груз—1 т; глубже 7 км не опускается, чего, впрочем, было достаточно для путешествия в атлантические расщелины. Прекрасный обзор — четыре больших иллюминатора и один поменьше (для киносъемки), современная измерительная аппаратура, быстроходный бур делали аппарат настоящей подводной лабораторией для экипажа из трех человек.

«Циана» была еще меньше. Инициатор создания таких «ныряющих блюдец», знаменитый французский океанограф Жак Ив Кусто стремился, чтобы эти аппараты перемещались на глубине с легкостью и точностью аквалангиста. И «Циана» действительно получилась исключительно маневренной, подвижной, экономичной. И надежной. Оснащенная сильными светильниками, телеуправляемым захватом, кино- и фотоаппаратурой, она вполне устраивала исследователей глубоководья.

Программой предусматривался многократный спуск до самого дна рифтовых долин, детальный осмотр этих впадин, сбор образцов породы, мозаичная фотосъемка, измерение температуры воды, а также обследование зоны хребтовых разломов. Погружения наметили в 300 км к юго-западу от Азорских островов, куда дважды, в 1973 и 1974 годах, экспедиция прибывала в полном составе.

...Итак, вокруг «Алвина» был непроглядный мрак, пробить который дальше 20 м не мог даже мощный луч его прожекторов. Обо всем, что можно было разглядеть в пределах видимости, акванавты вели непрерывный репортаж, записывавшийся портативными магнитофонами. Две наружные камеры фотографировали каждые 10 с.

Что же удалось запечатлеть? Увидел ли человек то великое таинство, о котором поколения геологов строили самые невероятные догадки? Стал ли человек свидетелем нарождения новых участков земной коры?

Послушаем очевидца.

— Пересекая крутую гряду, которая разделяет центральную впадину,— рассказал член экипажа «Алвина» геолог Роберт Баллард,— мы заметили трещину шириной сантиметров пятнадцать—двадцать... Она рассекала поток лавы поперек.

Заметьте, «поперек». То есть Баллард имеет в виду, что поверхность дна продолжала растягиваться и разрываться уже после того, как где-то рядом произошло излияние магмы. А может, и сами излияния вызывались разрывами коры?

— Такие трещины,— продолжал Баллард,— встречались чаще, чем чисто вулканические образования... Неповрежденные цельные потоки лавы попадались только на узкой полосе вдоль центральной оси рифта. А по обе стороны от нее мы видели трещины длиной до 10 м с нагромождениями кусков породы высотой иногда более 300 м. Картина напоминала обнаженные напластования на склонах вдоль дороги, прорубленной в горе.

И еще одна картина врезалась в память участников погружений.

— Зубная паста! Эта порода выглядит так, будто из трещины, как из тюбика, выдавили содержимое недр.

Очень схожими были впечатления экипажей и двух французских подводных аппаратов. «Зубная паста» наводила их на мысль, что поступление всех новых порций лавы продолжалось достаточно долго. Она не вытекала свободно, а вытеснялась из глубин сквозь трещины рифта. Эти потоки резко отличались от всех известных излияний магмы на суше. Как, впрочем, и цепочки маленьких вулканов, вытянувшихся вдоль узкой полосы по оси ущелья. Высота некоторых из них, «отлитых» из совсем свежего базальта, не превышала нескольких десятков метров.

У всех побывавших на дне рифта было ощущение, что они заглянули в такое место, где Земля непрерывно обновляется и пересоздает самое себя.

Действительно, ширина трещин посредине долины порой была не больше вытянутой руки. Вблизи же от крутых склонов долины такие параллельные трещины раздвигались уже на десятки метров. Земля разверзалась чуть ли не на глазах.

Образцы пород, собранные вдоль оси рифта, были совсем свежими. А пробы, взятые у края той же впадины, оказались не древнее 100 тыс. лет. О молодости всех этих пород говорила также их сильная намагниченность. Причем поступление в рифт разогретого материала явно продолжалось и ныне, так как там были зарегистрированы хоть и слабые, но частые землетрясения (иногда по десять толчков в течение часа), а в придонном слое воды термометры отметили интенсивный тепловой поток. С «Цианы» даже обнаружили два гейзера, вокруг которых в долине нарастали железомарганцевые отложения.

А вот еще одно свидетельство — тоже нечто вроде репортажа со дна бездны.

В начале 1980 года большая советская экспедиция провела в Красном море комплекс исследований. Главными среди них были погружения обитаемого аппарата «Пайсис» с двумя пилотами и ученым-наблюдателем на борту в узкий осевой желоб на глубину 2 км — три десятка погружений.

— Все дно долины,— рассказал один из участников экспедиции Олег Георгиевич Сорохтин,— оказалось покрытым вулканическими излияниями базальтовых лав, которые приняли причудливую форму толстых труб, подушек и шаров.

Не правда ли, очень похоже на то, что увидели на дне атлантического рифта?

Подводные красноморские лавы, по словам Сорохти-на,— это свежие базальтовые потоки посреди долины. За пределами же осевой зоны дно рассечено многочисленными трещинами шириной то в несколько сантиметров, то в десятки метров.

Опять совпадение впечатлений.

— Трещины,— утверждает ученый,— свидетельствуют о растяжении дна в стороны от оси долины.

Как видите, исследователи осматривали места, разделенные огромным расстоянием, а существенных расхождений в их свидетельствах нет. Да и выводы аналогичные.

Кроме того, как позже было установлено в разных акваториях Земли, во многих рифтах непрерывно работали гидротермы, откуда вместе с потоками горячей воды поднимались «облака», насыщенные растворенными металлами. О таких «черных курильщиках», их видели акванавты, опускавшиеся в подводных аппаратах на большую глубину, я уже говорил.

Так вот, тот же геохимик Г. Н. Батурин установил, что в полужидкой руде рифта Красного моря, в буром иле Тихого, Индийского океанов, Атлантики и в струях подводных гидротерм значительно повышенное содержание урана.

Неомобилистская теория на многое изменила взгляды в науках о Земле. В том числе и на источник химических элементов, содержащихся в океане. На первое место вышли гидротермы, а вернее сказать, питающие их глубинные недра" Земли. Неомобилизм дал и неручевскому механизму «обогащения» новый импульс.

Поначалу казалось, что резкую прибыль - урана в морской воде нельзя объяснить ни работой рифтов, ни сносом с материков. И тот и другой источники считались постоянно действующими. А подскоки урана были эпизодическими.

Но позже, как вы помните, некоторые исследователи Заговорили о неравномерном наращивании морского дна. G ними спорили. Однако все больше научных кораблей возвращалось из плавания с богатой добычей фактов, которыми основательно занимались и зарубеждые ученые, и наши главным образом в Институте океанологии АН СССР. Они в своих исследованиях шли разными путями. Но независимо друг от друга получили сходные результаты: средняя скорость раскрытия океанов действительно не была постоянной — то убывала, то существенно увеличилась. Рифты работали как бы в пульсирующем режиме. Наша планета, фигурально выражаясь, страдала аритмией. Так, по крайней мере, происходило в течение последних 150 млн. лет.

Кстати, ведь именно к позднеюрской эпохе крупного раскола континентов, то есть ко времени явного оживления рифта на большом протяжении, в результате чего стала нарождаться Атлантика, относится образование черных сланцев баженовской свиты.

Аналогичные породы других геологических периодов (девона, ордовика) откладывались тогда, когда активнее, чем обычно, действовали на нашей планете вулканы, и прежде всего подводные.

Неручеву удалось установить и другое — в те же эпохи на морском дне особенно часто случались оползни, которые обычно сопутствуют подводным землетрясениям. А усиление землетрясений — верный признак ускорения раскрытия океанов.

В общем, многое подтверждало: между темпом работы рифтов и содержанием урана в морской воде есть связь.

И тут Неручеву пришла мысль, что эта связь имеет продолжение. Та же нить протягивается к экстремальным биологическим событиям прошлого, когда разноликость живого мира периодически сменялась многотиражным однообразием. Сергей Германович даже был убежден; теперь и здесь с разгадкой отнюдь не глухо, одним из действующих лиц надо считать тот же уран, вернее, создаваемую им повышенную радиацию.

На этот счет существовал большой экспериментальный материал.

Ну сам-тб факт воздействия радиации на организм общеизвестен. Человечество достаточно просветили печально знаменитые взрывы ядерных устройств и поражения лучевой болезнью. Но у радиобиологов были и специально поставленные опыты. Вот что из них следовало.

Ряд бактерий почти не страдает от высокой радиоактивности, они способны жить даже в атомном реакторе, если там найдется пища.

Примитивные синезеленые водоросли первыми обживали прибрежные воды тех островов в Тихом океане, где испытывали атомные и водородные бомбы.

Для любого организма существуют такие минимальные дозы облучения, при которых проявляется не вредное, а стимулирующее действие, ускоряющее развитие. Но тут есть особенность: для простейших благодатный уровень радиации может быть в несколько тысяч раз выше, чем для животных. Иными словами, что одним — благо, другим — погибель. И еще. Дозы облучения, переносимые без вреда некоторыми взрослыми существами, убийственно действуют на их личинки и эмбрионы.

Генетики, как известно, установили также способность радиации вызывать мутации — изменения в наследственности организмов. Чем выше достается доза облучения, тем больше происходит мутаций.

Когда Неручев свел все эти факты воедино, у него появилось ощущение, будто перед ним что-то вроде фотографии событий в одну из эпох отложения черных сланцев.

Фон — повышенная концентрация урана в морской воде и в донных отложениях, то есть повышенная радиоактивность. В результате почти эпидемическая гибель всевозможных организмов; за короткую эпоху в продолжении кембрийского времени от семи родов трилобитов (похожих на наших мокриц, но обитавших в иле) остался только один; в другие периоды потери бывали еще больше; а в поздней юре изменения захватили даже наземную растительность: вымерло 10 семейств споровых, вдвое сократилось семейство голосемянных. Однако это только частности. На том же фоне, конечно, и сверхблагополучие единичных видов, и сотворение новых форм жизни, чаще короткоживущих, но, случалось, долговечных.

И вдруг Неручев делает характерную запись: «Ж. Кювье был прав не только относительно революционных переворотов, приводивших к значительной смене фауны и флоры, но и совершенно правильно указал три из них — позднепермский, позднеюрский и позднеэоценовый». Все три — это как раз периоды бурного уранонакопления на дне океанов. О последнем Кювье, понятно, не догадывался, но тем поразительнее то, как чисто эмпирически ему удалось точно установить критические эпохи.

Очень интересно совпадение точек зрения Неручева и одного из виднейших наших радиобиологов, члена-корреспондента АН СССР Александра Михайловича Кузина.

— При действии радиации на природные сообщества в них нарушается экологическое равновесие,— говорит Кузин.— Вследствие различной радиочувствительности одни виды будут вымирать, а другие, более радиоустойчивые, распространяться и процветать. Мелкие рептилии, например, дожившие до наших дней, раз в десять, а то и в сто более радиоустойчивы, чем позднее возникшие млекопитающие.

Радиация способна воздействовать непосредственно на хромосомы живых клеток, подчеркивает ученый, и вызывать таким образом изменения (мутации) в самой наследственности организмов. По его мнению, вклад радиации как постоянно действующего мутагенного фактора был особенно высок в начальный период эволюции жизни на Земле, так как в первый миллиард лет радиоактивный фон был выше современного.

К тем же выводам пришел и Неручев: «Только радиационный фактор мог произвести такие опустошения в органическом мире и в то же время вызвать бурный рост качественно новых форм организмов... Старые виды вымирали не вследствие вытеснения их более совершенными, а прежде всего из-за непосредственного ионизирующего облучения и радиоактивного отравления. Образование же новых видов, по всей видимости,— результат мутационного процесса».

А дальше, это для него было несомненно, работал естественный отбор. Обилие мутаций предоставляло естественному отбору колоссальный материал, как бы ускоряя темп развития жизни. Волею того же случая появлялись принципиально новые существа. В раннем ордовике — первые позвоночные: бесчелюстные панцирные рыбы. Позднее, на границе девона и карбона,— первые наземные четвероногие: ихтиостегиды (у них еще рыбий хвост, а конечности — измененные плавники). В конце карбона—первые ящеры, ставшие впоследствии и надолго настоящими хозяевами суши. Появление всех этих «новоселов» происходило в условиях повышенной радиоактивности.

Очень интересны попытки природы создать «летательный аппарат». Две весьма схожи: у «экспериментальных» животных пальцы на передних конечностях непомерно удлинились, соединившись перепонками, притом что число фаланг у пальцев осталось прежним. Так появились птерозавры (летающие ящеры) и позже летучие мыши. Третья попытка оригинальнее — роговые чешуи, покрывавшие кожу маленьких двуногих динозавров, сильно расщепились и превратились в перья — в перья археоптерикса (первоптицы).

Вернее всего считать это последствиями генетических мутаций. Ведь остатков животных, которые постепенно приспосабливались к полету, никогда не находили. Попытки природы «изобрести» крылья делались в разные времена, но все на фоне опять-таки резкого накопления урана в природе.

По окончании таких коротких вспышек живое население нашей планеты куда реже пополнялось новыми видами. Словно бы и оно было подчинено бесконечным колебаниям гигантского маятника: подъем-спад, подъем-спад...

Глобальная «очистка» земного шара тоже происходила за счет действия биогенного механизма накопления урана. Потреблявший его в огромных количествах и невероятно «расплодившийся» фитопланктон и другие организмы выполняли в эти эпохи своеобразную роль дез-активаторов, убирая с поверхности. Земли и захороняя с собой в осадках избыточный уран. На это им требовалось всего несколько миллионов лет. Отсюда относительная быстротечность радиоактивных эпох. За ними наступали спокойные периоды. Органический мир планеты как бы получал передышку.

Характерно, почти все эпохи, выявленные Неручевьщ, совпадают с границами, принятыми в геологической хронологии. А ведь в ее основе как раз и лежит смена форм жизни на Земле. Крупные перемены — границы эр: палеозоя, мезозоя, кайнозоя; перемены поменьше — межи кембрия, ордовика, силура или, скажем, юры, мела и других систем. Неужели здесь случайное совпадение?

Многие годы ученые искали причину таких скачкообразных перемен. Так, может, один из главных секретов эволюционного развития жизни наконец найден в черных сланцах?

Еще примечательно вот такое совпадение. По подсчетам Неручева, эпохи накопления урана повторялись каждые 30 млн. лет. И примерно с такой же периодичностью заметно увеличивалась скорость нарастания земной коры в глубоководных рифтах. Последнее (помните?) установили в Институте океанологии АН СССР. Иными словами, именно в период активизации рифтовых систем планеты вместе с магматическим материалом и гидротермальными растворами из ее глубин начинали поступать на поверхность избыточные массы урана и других тяжелых металлов, тоже обладающих, как установлено, эффектом сильного биологического воздействия. Правда, на этот счет есть и иная точка зрения. Ее сторонники считают, что концентрация урана в мантии Земли слишком низка, чтобы оттуда могло идти обогащение им океана. Они указывают иной источник: материковую кору. В породах типа гранита действительно повышенное содержание радиоактивных элементов. Их размыв, возможно, усиливался во время трансгрессий, когда обширные пространства суши оказывались под водой. Вот тут в океан, по-видимому, и поступало урана больше, чем обычно.

Какая из версий ближе к истине? Трудно сказать. Вторая предлагает более усложненный путь урана в океан. Первая более прямолинейна. Но обе связаны общей периодичностью, поскольку трансгрессии тоже (вы, наверное, не забыли) наступали после того, как на Земле увеличивалась средняя скорость спрединга. Так что время экстремального давления на жителей планеты в обеих версиях совпадает. Поэтому обе они могут служить еще одним подтверждением мысли о единстве геологического развития Земли и всего ее причудливого мира живых существ. Не правда ли?

\* \* \*

Можно до бесконечности спорить, заключены ли в эволюции жизни целесообразность и стремление организмов к самоусовершенствованию. Но если все-таки не впадать в мистику и руководствоваться историческими реальностями, то следует признать, что Земля некогда сформировала живую материю, подчиняясь не какому-то высокому предназначению, а согласно требованиям и логике вполне прозаических законов природы. И потом она многократно переиначивала свое творение как придется, без цели и смысла, только потому, что сама не оставалась прежней; в ее доме все изменялось оттого, что менялась она сама.

Наверное, может возникнуть вопрос; что было определяющим в ее воздействии на развитие собственного населения? В самом деле, отчего в первую очередь зависел нескончаемый бег волн живой материи? От колебаний радиации? От климата или уровня океанов? От раскола или столкновения континентов? От их бестолкового дрейфа? Какой из сих титанов самый главный? Я все время вел речь о единстве эволюции планеты и ее обитателей, о единстве земного действия. И по-моему, нет резона говорить о превалировании какой-либо одной из грозных стихий. Проявлялись они и порознь. А нередко накладывались друг на друга, умножая давление каждой.

Но выступали ли титаны по одному или шли, взявшись за руки, начало тому неизменно зрело в глубинных недрах Земли — там, где расслаивалось по плотности разогретое вещество планеты, где все больше раздавалось вширь ее ядро и текли гигантские петли медленных каменных рек через всю махину пластичной мантии. Вот это всегда было главным. В том вечном неукротимом движении — сила и суть машины жизни...