

К ПОЗНАНИЮ МЕХАНИЗМА ГОМЕОСТАЗА БИОСФЕРЫ

Ю.М. Малиновский

Инженерный факультет
Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115923

Важнейшая проблема современного естествознания — познание механизма гомеостаза биосферы. Изучение биосферной ритмичности позволяет осуществить глобальную корреляцию осадочных толщ и создание биосферной геохронологической шкалы, в которой однозначно определено иерархическое положение нашего биосферного ритма (БР). Последнее необходимо для детального прогноза глобальных изменений, а познание самого механизма гомеостаза биосферы открывает перспективы управления средой обитания.

Ключевые слова: биосфера, гомеостаз, биосферные ритмы.

Нет сомнения, что познание механизма гомеостаза биосферы является важнейшей задачей современного естествознания. Вместе с тем сложилась ситуация, когда биологи, перед которыми она стоит, не могут ее решить, так как не владеют фактами ее истории, а геологи, располагая огромным фактическим материалом о биосфере и ее истории, задачи такой перед собой не ставят.

В статье предпринята попытка познания механизма саморегуляции биосферы с использованием геологических данных.

После работ В.И. Вернадского понятие о биосфере стало входить в науку как понятие о земной природе, в котором совокупность живых организмов (живое вещество) есть лишь отражение более сложного целого. Это целое — биосфера. В ней все взаимосвязано. По образному выражению Н.Б. Вассоевича, «биосфера — это и обитатели, и дом, и все, что в нем».

В современном понимании биосфера представляет собой глобальную открытую динамическую систему со свойством саморегуляции (гомеостаза). Ее считают кибернетической централизованной системой, в которой живое вещество играет роль ведущего центра в функционировании системы в целом.

Согласно учению В.И. Вернадского о биосфере, ее пределы ограничены прежде всего полем существования жизни, в котором условия позволяют организму давать потомство и увеличивать свою массу, в отличие от поля устойчивости жизни, в условиях которого организм имеет возможность только выжить. Поле существования жизни постепенно вверх и вниз переходит в поле устойчивости жизни с еще более неопределенными границами. Сейчас допускается, что на континентах нижний предел биосферы достигает 2—3 км, а под океанами 0,5—1 км от их дна. Естественной верхней границей биосферы, по В.И. Вернадскому, служит озоновый экран на высоте 23—25 км.

Биосфера, как и всякая открытая система, имеет свои вход и выход. На ее входе — потоки информации, солнечной энергии и вещества из земных глубин и космоса, на выходе — информация, вещество и энергия, поступающее в земные глубины и космос. Главные потоки вещества связывают биосферу с литосферой. За счет движений земной коры поднимаются горы, образуются прогибы, действуют вулканы. Благодаря этому в биосферу, кроме вещества горных пород, поступают газы и жидкости. Поступившее вещество вовлекается в глобальный круговорот, который, согласно учению о биосфере, происходит по следующей схеме (рис. 1).

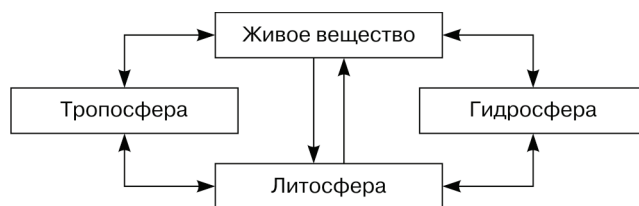


Рис. 1. Схема глобального круговорота органического вещества

Круговорот этот сложный, так как часть вещества, попадающая в прогибы, вновь поступает на хранение в литосферу на десятки и сотни миллионов лет.

Продолжительность пребывания вещества в биосфере зависит от многих причин. Крупные обломки горных пород имеют наименее длительный срок пребывания. Он определяется скоростью их доставки и расстоянием от места образования до места захоронения. Наиболее длительно удерживаются в активном круговороте биогенные элементы Н, N, С, О, Р. Чемпионом среди них является азот, который почти не покидает биосферы.

По оценкам Е.А. Романкевича [12], биомасса Земли составляет около 4 трлн т сырой массы, а ежегодная продукция — 800 млрд т сырой массы. В то же время растения суши составляют 3936 млрд т. Они же на 90% состоят из древесины, которая, строго говоря, является не живым, а биокосным веществом наподобие построек коралловых рифов или торфов на торфяных болотах. Поэтому живая масса Земли, если не включать в нее древесину, составит порядка 450 млрд т сырой массы. Продукция суши и океана примерно одинакова — по 400 млрд т в год, несмотря на то, что биомасса океана всего порядка 33 млрд т сырой массы. Высокая биопродуктивность экосистем Мирового океана обеспечивается быстрым биотическим круговоротом веществ, так как вся масса живого вещества там обновляется примерно за 30 дней, а фитомасса — каждый день.

«Ничтожные» размеры массы живых организмов по сравнению с массой других оболочек Земли: тропосферы ($4 \cdot 10^{15}$ т), земной коры ($4,7 \cdot 10^{19}$ т) и массы Земли ($5,98 \cdot 10^{21}$ т) длительное время мешали геологам понять исключительную роль жизни в геологических процессах. Однако уже тогда акад. Б.Б. Польшов (1877—1952) отмечал, что количество живого вещества, соответствующее данному моменту, не может дать представления о том грандиозном количестве его,

которое проводило свою работу в течение всего времени существования организмов. Если вслед за В.И. Вернадским считать, что количество живого вещества на Земле было постоянным или колебалось в незначительных пределах, то масса живых организмов, населявших планету в течение четырех миллиардов лет, составит порядка $3,6 \cdot 10^{21}$ т. Количество действительно грандиозное, сравнимое с массой нашей планеты!

Если учесть прижизненный обмен веществ организмов с окружающей средой, то мы придем к выводу, что все химические элементы земной коры были многократно использованы жизнью, а вся вода гидросферы сотни тысяч раз входила в состав живого вещества. Ведь его масса была в десять тысяч раз больше всей массы гидросферы ($1,46 \cdot 10^{18}$ т). Можно ли теперь сомневаться в том, что живое вещество играет роль ведущего центра в функционировании биосферы — среды, в которой мы живем и происходит образование осадочных горных пород и полезных ископаемых?

Геологическое время. Блестящие успехи стратиграфии позволяют выделить в геологической истории многочисленные эпохи и проследить их в отложениях всех континентов и океанов. И это все несмотря на прерывистость и изменчивость отложений, когда в одних случаях отложения той же эпохи представлены километровыми накоплениями песчаников и глин, в других — толщами известняков, а в третьих — сантиметровыми слоями глинистой породы или вовсе отсутствуют.

Создание международной стратиграфической шкалы — огромный труд многих поколений геологов. На ней отражена последовательность событий. Вместе с тем по этой шкале нельзя определить длительность геологических эпох и, следовательно, скорости геологических процессов. Более того, относительная геохронологическая шкала — это шкала эволюции живого вещества, и она работоспособна только в пространстве биосферы. Для того, чтобы сравнить события в биосфере с событиями вне ее пространства, нужна другая шкала — астрономическая или адекватная ей. И из такого положения геологи нашли выход благодаря разработке методов «абсолютной» геохронологии. Однако многочисленные трудности построения геохронологической шкалы привели к тому, что в настоящее время существуют десятки шкал с отличающимися друг от друга датировками рубежей, а многие геологи воспринимают опубликованные радиометрические шкалы как действительно «абсолютные». Такое положение хорошо отражает высказывание ведущего специалиста в этой области В. Харленда: «Большая трудность состоит в незаслуженной вере, которую так много геологов питает к опубликованным шкалам. Это приводит к частому применению шкал, но лишь к незначительному их улучшению».

При таком положении самой разумной представляется оценка шкал по их практической ценности. Поэтому следует согласиться с мнением акад. Ю.А. Косыгина о том, что критерием выбора метрического эталона должна служить практическая полезность.

В современной геологии господствует точка зрения, согласно которой временные характеристики существуют независимо от нас, наших целей и измерительных возможностей. В физике с начала нашей эры, от Августина и до И. Ньютона, тоже допускалось, что любые реальные физические процессы могут лишь верно или неверно отражать время, существующее независимо от процессов, от чего-либо «внешнего». Но уже Г. Лейбниц, современник И. Ньютона, пришел к выводу, что время — это порядок событий, а пространство — порядок тел. В конечном счете и временные эталоны, и любые другие временные характеристики (геохронологические шкалы) лишь исследовательский инструмент. Как и всякий инструмент, он оценивается соотношением затраченных усилий и полученного результата.

Поскольку в каждой динамической системе существует своя временная метрика, определяемая в ней порядком событий, можно выделить астрономическую, радиологическую, тектоническую, биологическую и другие шкалы времени. Вопрос стоит в их темпоритмическом соответствии. Например, можно ли перевести тектоническую и биологическую шкалы в астрономическую через радиологическую? Проблема осложняется тем, что, как показали исследования И.М. Дмитриевского [1], константы распада элементов зависят от составляющих плотности потока реликтового излучения вселенной и их изменений во времени. Поэтому весьма вероятно, что они периодически меняются в зависимости от времени галактического года [10].

А.А. Фридман определял время как совокупность вещей, называемых моментами и состоящих в определенных отношениях между собой и трехмерным пространством. Моменты фиксируются по событиям, а время измеряется при помощи какого-либо процесса. Произвольны выбор начала отсчета $T_0 = 0$, выбор процесса P , используемого для измерения времени, произволен также выбор единиц измерения ΔT . Если выбор T_0 , P и ΔT произведен, то измерение времени обретает строгий физический и операционный смысл.

Таким образом, для того, чтобы построить геохронологическую шкалу, отвечающую этим требованиям, необходимо выбрать какой-то непрерывный геологический процесс, выделить в нем соответствующие колебания (ΔT) и принять начало отсчета.

Такая шкала для последних 550 млн лет геологической истории была построена (рис. 2). В ней соблюдены все три условия: начало отсчета $T_0 = 0$ — современный момент; процесс для измерения времени P — процесс затопления и осушения континентов, отражающий колебания уровня океана; единица измерения времени ΔT — трансгрессивно-климатические ритмы средней длительностью 22 млн лет. Полученная шкала была проверена данными из независимых источников информации путем сопоставления кривой, отражающей ход осушений и затоплений континентов, с кривой распределения возрастов гранитоидных интрузий, отражающей интенсивность горообразований.

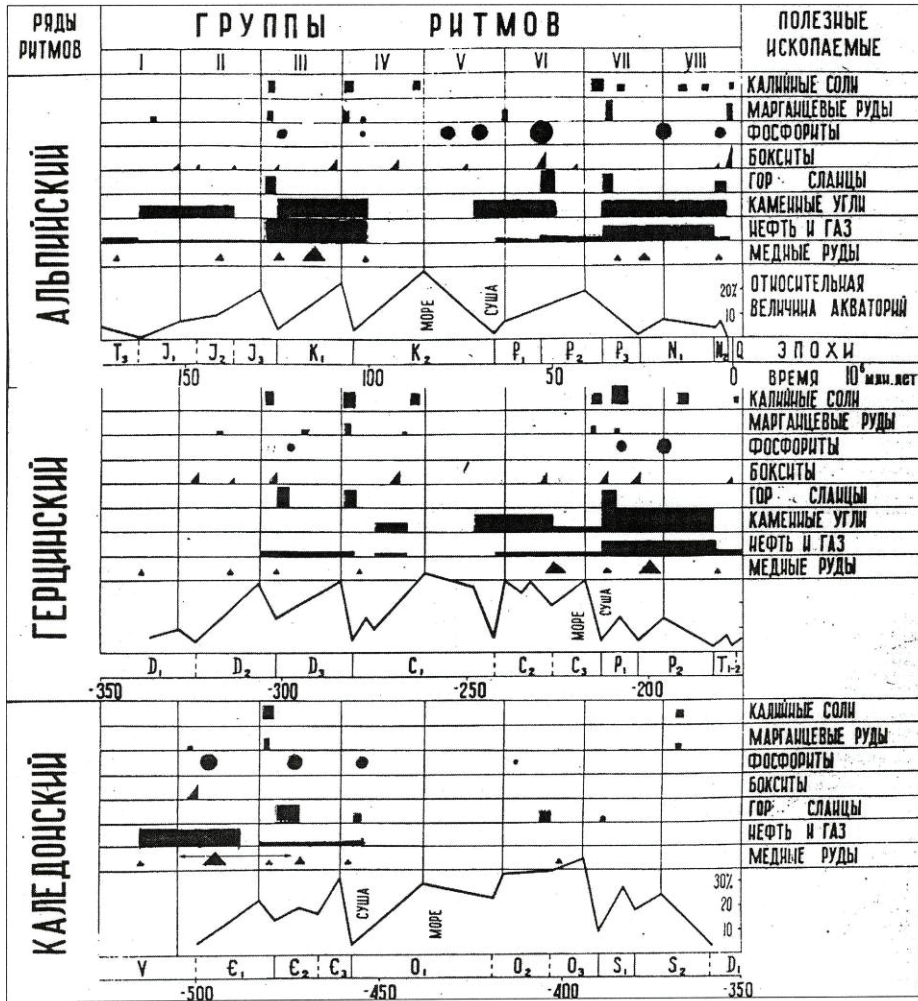


Рис. 2. Периодическая система геологических событий фанерозоя, состоящая из 24 элементов — отрезков геологической истории (фаз) длительностью около 22 млн лет

По вертикали располагаются фазы с подобными свойствами: положение уровня Мирового океана, климат и его зональность, полезные ископаемые и др.

Оказалось, что закономерное соответствие горообразований осушениям континентов для полученной шкалы выдерживается для всего фанерозоя, а для других шкал — только для последних 100 млн лет [6]. Более того, было отмечено, что максимумы образования гранитоидных массивов следуют друг за другом с периодом в 25 млн лет в начале галактического года и через 20 млн лет в его конце (см. рис. 2). Это может свидетельствовать, хотя и не бесспорно, об уменьшении скорости распада ^{40}K к концу галактического года и о том, что принятые ныне константы распада элементов справедливы только для последних 100 млн лет геологической истории.

Периодическая система геологических событий. Полученная периодическая геохронологическая шкала позволяет выделить в геологической истории три последних этапа развития Земли, соответствующие трем галактическим годам, и сопоставить их между собой по трансгрессивно-климатическим ритмам.

Нанесение данных о стратиграфическом положении месторождений, содержащих основную массу мировых запасов полезных ископаемых, на полученную схему сопоставления дало возможность убедиться в правильности сопоставления. Месторождения оказались закономерно и подобно распределены по фазам каждого из трех крупных циклов (галактических лет). В итоге получилась периодическая система геологических событий фанерозоя (см. рис. 2). Ее элементами служат отрезки геологической истории длительностью около 22 млн лет (точнее, 20—25 млн лет). Всего в системе 24 отрезка. Они образуют три больших ряда (по горизонтали), каждый из которых состоит из восьми ритмов или фаз по 22 млн лет. По вертикали они образуют группы из трех ритмов с подобными свойствами.

Системы, подобные предлагаемой, как заметил Ю.А. Урманцев [13], — «принципиально новый способ извлечения, хранения, выражения, подытоживания и развития знания; принципиально новая цель, средство познания, форма отображения реальности и объект исследования». В наше время появляются самые разнообразные системы: периодическая система венчиков цветков растений со стыкующимися лепестками Ю.А. Урманцева, зонально-симметричная система химических элементов Ю.К. Дидыка, периодическая таблица морской воды Мэккинчера, система тектонических разрывов В.Ю. Забродина и др.

Мечта о создании периодической системы геологических событий возникла давно. Уже в 1936 г. русский по происхождению немецкий геолог С.Н. Бубнов опубликовал свою известную кривую — спираль циклического развития Земли. Затем таблитчатые схемы периодического развития Земли под разными названиями предложили С.В. Тихомиров (1956, 1971), В.Д. Наливкин (1962) и Н.Ф. Балуховский (1966). Строго говоря, их системы не являются таковыми. В них не выражена элементность — необходимый признак любых систем. Они в значительной степени интуитивные, а геологические события на самих схемах наглядно не отображены. Только теперь благодаря значительному развитию геологии стало возможным создание системы, отвечающей ее назначению.

Поначалу построение системы имело чисто прагматические цели — прогноз месторождений полезных ископаемых [5]. Затем, став объектом исследования, после существенного усовершенствования системы [6] она оказалась пригодной для решения более важной задачи — изучения взаимодействия оболочек Земли: биосферы и литосферы, что позволило начать изучение механизма саморегуляции (гомеостаза) биосферы.

При анализе периодической системы прежде всего обращает на себя внимание неравномерность распределения в разрезе земной коры осадочных толщ, богатых месторождениями полезных ископаемых. Все они группируются вблизи определенных возрастных уровней, образуя ансамбли высокопродуктивных эпох. С ними связаны основные запасы каменных углей, горючих сланцев, нефти и газа, фосфоритов, марганцевых и медных руд, каменных и калийных солей, а также других полезных ископаемых. Эти ансамбли тяготеют к II—III и VI—VII фазам крупных циклов, причем II—III фазы приходятся на подъемы уровня океана и безледниковые периоды, а VI—VII — на снижения уровня океана и ледниковые периоды [7].

Всего в фанерозое было шесть отрезков времени, наиболее благоприятных для накопления нефтегазоносных и рудосодержащих толщ, — по два в каждом га-лактическом году. Наиболее продуктивны были три последних ансамбля.

Биосферные ритмы — механизм саморегуляции биосферы: порядок через флуктуации.

судя по нашим данным, являются биосферные ритмы (БР) длительностью около 90 млн лет. В их структуре выделяются две фазы: первая — углеродистая, на которую приходится максимумы накопления углеродистых толщ, и вторая — кальциевая, с которой связаны максимумы глобального накопления карбонатов. Показательно, что подобные фазы — белковая и кальциевая — наблюдаются и в функционировании живой клетки.

Известно, что многокилометровые толщи, накопившиеся за десятки миллионов лет, по своему строению подобны очень мелким повторам наборов тех же горных пород. Это эмпирический факт. Он свидетельствует о подобии биосферных ритмов самых разных размеров, их фрактальности и о том, что биосфера однотипно, по одной и той же матрице, рефлекторно, как живой организм, отвечала на внешние воздействия. Тем самым выясняется принципиальная возможность прогнозирования поведения биосферы через познание механизма ее саморегуляции.

Экспериментальное изучение биосферной ритмичности было начато в 1991 г. на средства Игарского экологического центра. Объектом служили юрско-меловые отложения опорных разрезов полуострова Нордвик на берегу моря Лаптевых и р. Боярка на севере Средней Сибири. Полевое изучение разрезов проводилось Ю.М. Малиновским, М.Ю. Малиновским и В.В. Александровым.

Возможность и эффективность выделения БР по геохимическим данным показали наши исследования биосферной ритмичности кимеридж-валанжинских отложений разреза р. Боярка [8].

Уникальная полнота разреза Нордвик (Пакса) позволяет представить имеющуюся привязку проб по мощности в виде временного ряда [2]. За начало отсчета принято основание разреза. Переход к временной шкале позволил определить темпы осадконакопления. Они изменялись от 5,3 м/млн лет в кимеридже-берриассе до 16,2 м/млн лет в валанжине.

Определение темпов осадконакопления позволяет вычислить скорости накопления терригенного материала и отдельных элементов в граммах на квадратный метр за один млн лет методом абсолютных масс (АМ). Подсчеты АМ элементов были выполнены на основе определения темпов накопления пород, их плотности ($2,3 \text{ г/см}^3$) и процентного содержания элементов.

Связь кимеридж-берриасской геохимической аномалии с повышенным содержанием $C_{\text{орг}}$ позволяет предполагать, что Zn, Ni и Cu поступали в осадок вместе с органикой и частицами горных пород. Если принять терригенную составляющую концентраций названных элементов равной кларковой для глин и сланцев континентов, то другая, сверхкларковая часть их содержаний может служить характеристикой биогенного вклада этих элементов.

Геохимическая аномалия отчетливо проявляется в АМ сверхкларкового накопления Zn, Ni и Cu. Кривая изменения АМ сверхкларкового накопления цинка подобна кривой его концентраций, но более рельефна.

Углеродистые фазы БР в разрезе Пакса, также как и в разрезе по р. Боярка, характеризуются повышенными концентрациями цинка, никеля и меди и пониженными содержаниями бария. Биосферная ритмичность наиболее отчетливо проявляется на кривой АМ сверхкларкового (биогенного) накопления цинка. По ней уверенно выделяются пять БР длительностью около 2,2—2,4 млн лет. Другие шесть аналогичных БР устанавливаются на временном ряду согласно их длительности. Три из них представлены начальными фазами, два — заключительными, а один приходится на среднюю часть перерыва в осадконакоплении.

В результате изучения временных рядов АМ сверхкларкового накопления биофильных элементов при шаге отбора проб 0,037—0,040 млн лет выявляется более детальная картина биосферной ритмичности, чем в разрезе по р. Боярка.

Спектрально-временной анализ полученных временных рядов показал наличие устойчивых гармоник на периодах около 0,08; 0,125; 0,25; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 млн лет [9]. Доминируют по интенсивности и выдержанности ритмы с периодами порядка 0,125; 0,25; 0,5; 1,0; 1,5 млн лет. Визуально можно выделить и ритмы длительностью порядка 0,37; 0,75 млн лет, которые проявляются отчетливо только в некоторых местах временного ряда. Менее уверенно из-за наличия перерыва выделяются БР длительностью около 7 и 14 млн лет. Вместе с тем почти весь временной ряд представляет начало крупного БР длительностью около 30 млн лет, охватывающий время от начала кимериджа до баррема.

Пока не очень ясен закон иерархической согласованности БР разной длительности. Сосуществуют как бы два наложенных друг на друга ряда иерархической организации БР: 0,125; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0... и 0,37; 0,75; 1,5 млн лет.

Полученные результаты, кажется, позволяют решить проблему организации осадочного ритма. Все выделенные БР построены однообразно по типу затухающих колебаний углеродистой фазы. Поэтому переход углеродистой фазы в кальциевую происходит постепенно, а смена кальциевой фазы углеродистой — резко. Следовательно, БР начинаются углеродистой фазой и завершаются кальциевой, а граница между фазами внутри ритма условна, что свидетельствует о цельности биосферного ритма.

После того как удалось установить структуру БР, стало возможным выделять их в отложениях самого разного возраста и не только по геохимическим данным, например по каротажным диаграммам скважин.

Важной особенностью углеродистых фаз БР служат характерные для них низкие темпы осадконакопления. Это показано нами для кимеридж-берриаса изученных разрезов и М.А. Левитаном [4] для морей континентов, Индийского, Атлантического и Тихого океанов в палеоцен-олигоцене — углеродистой фазе крупного кайнозойского БР.

Проведенные впервые в мировой науке исследования биосферной ритмичности показали возможность и эффективность выделения БР в любых разрезах

осадочных толщ, т.е. возможность экспериментального изучения временной организации биосферы, обусловленной ее гомеостазом.

В какой фазе биосферного ритма мы живем? Выдающиеся результаты изучения ледяных кернов скважин из Антарктиды и Гренландии по данным Р.А. Хаутона и Д.М. Вудвела [14] показали синхронность даже мелких изменений параметров биосферы в столь отдаленных друг от друга местах. На кривых изменений палеотемператур и содержаний CO_2 в атмосфере, полученных российскими и французскими учеными, согласно нашим представлениям, зафиксированы БР с периодом около 41 и 125 тыс. лет. Хотя наибольшее значение в изменении инсоляции имеет период в 41 тыс. лет, свойственный колебаниям эклиптики, значительно сильнее выражен ритм с периодом около 125 тыс. лет. Как видим, биосфера, соблюдая космический ритм, действует по-своему. Принцип же организации БР во всех известных нам случаях остается неизменным: весь спектр БР в независимости от их масштабов построен одинаково — резкие всплески биопродуктивности сменяются их постепенным угасанием и нарастанием кальциевой фазы, причем единый почерк биосферы проявляется вне зависимости от длительности БР и наличия оледенений. Следовательно, БР самоподобны и фрактальны.

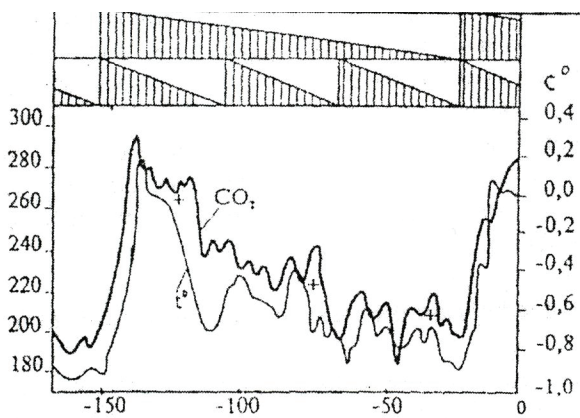


Рис. 3. Биосферные ритмы последних 160 тыс. лет по данным изучения ледовых кернов скважины Восток (Антарктида) с дополнениями

По осям ординат — содержание CO_2 (г/т) и отклонение температур ($^{\circ}\text{C}$) от усредненной за период 1950—1980 гг.

По многочисленным публикациям данных глубоководного бурения можно выделить девять БР длительностью 100—130 тыс. лет в течение последнего миллиона лет геологической истории.

Наши данные свидетельствуют о том, что БР длительностью 100—130 тыс. лет, кратный трем циклам Миланковича, установился уже очень давно, по крайней мере с поздней юры 150 млн лет назад, когда никаких оледенений не было.

Мы живем примерно в средней части углеродистой фазы БР с периодом около 125 тыс. лет. Ближайшая, подобная нашей, углеродистая фаза началась примерно 145 и завершилась около 120 тыс. лет назад. При детальном (синфазном) срав-

нении нашей фазы с подобной ей видно, что мы живем вблизи очень интересной точки, дальше которой температуры у полюсов резко падают, а содержания CO_2 в атмосфере остаются высокими. Поэтому в ближайшие тысячелетия следует ожидать начало оледенения, а техногенное увеличение CO_2 в атмосфере может его приблизить.

Чтобы дать более точный прогноз ожидающих нас природных изменений, необходимо детальное изучение предшествующих углеродистых фаз и их синфазное сопоставление с нашей. При таком подходе ожидающие нас изменения природной среды будут соответствовать событиям, происходившим ранее в фазах, аналогичных нашей, от момента, наиболее подобного современному. Однако нет уверенности, что наша фаза не служит началом очень крупного БР. И чем больше его порядок, тем значительнее изменения нас ожидают. Вот почему так нужна естественная биосферная геохронологическая шкала, в которой однозначно бы было определено иерархическое положение нашего БР.

Естественно, главной причиной биосферных ритмов служит необходимость поддержания гомеостаза системы. Не вызывает сомнения подчиненность биосферных процессов функции гомеостаза системы, которая может поддерживаться только с помощью автоколебаний параметров биосферы. В связи с такой природой БР между их фазами должна быть причинно-следственная связь: углеродистая фаза — причина кальциевой, а кальциевая — углеродистой.

Причинно-следственная связь фаз биосферных ритмов. Физической моделью БР может служить процесс разрядки конденсатора с его одновременной подзарядкой до критического уровня. С позиций модели «разрядки конденсатора» роль прокладки конденсатора в биосфере можно отнести пикноклину, изолирующему богатые CO_2 и другими питательными веществами более глубокие воды океана от бедной ими зоны фотосинтеза. В таком случае параметры БР связываются с масштабами вентиляции океана.

Так как длительность кальциевых фаз примерно в пять раз больше углеродистых, стратификация океанских вод должна формироваться постепенно, а разрушаться быстро. Порядок устанавливается долго, а разрушается быстро, подобно поведению систем, которые способны накапливать и сбрасывать энергию по закону фликкер-шумов, когда мощность процессов обратно пропорциональна их частоте. Такие системы могут обладать высокой чувствительностью к слабым воздействиям [11]. В них часть элементов находится в предпороговом состоянии, и достаточно небольшого толчка, чтобы накопленная энергия высвободилась. Когда этот толчок происходит, все предпороговые элементы системы сбрасывают свою энергию одновременно, что стимулирует сброс энергии у элементов, более удаленных от порога, и лавинообразно увеличивает эффект. При наличии же внешних достаточно сильных и частых воздействий сброс энергии элементами происходит далеко от порога, и коллективного высвобождения энергии не происходит. Такие системы обладают парадоксальным свойством: давать сильные отклики на редкие и слабые воздействия и малозаметные — на сильные и частые.

Если биопродуктивность на суше ограничена содержанием CO_2 в атмосфере, то в океане — концентрациями азота и фосфора в эвфотической зоне. Как стало ясно, динамика вод первична в процессах образования районов повышенной биологической продуктивности океана. В то же время вертикальное движение глубинных вод создает условия поступления CO_2 и в атмосферу. Поэтому для углеродистых фаз крупных БР геологического прошлого устанавливается одновременное усиление фотосинтеза на суше и в океане [7].

На завершающие моменты кальциевых фаз крупных БР приходятся максимумы климатической зональности. Достигшая кульминации климатическая зональность и сформировавшиеся благодаря ей неравновесные условия стратификации океанских вод не могут развиваться дальше определенного порога. Поэтому неравновесная стратификация вод, достигнув порога устойчивости, начинает быстро разрушаться самопроизвольно или благодаря даже слабому внешнему воздействию. Этот процесс, порождающий вентиляцию океана, может охватывать самые разные объемы океанских или морских вод. Вступившая таким образом углеродистая фаза БР длится до тех пор, пока не израсходована энергия стратификации вод, которая обеспечивает углеродистую фазу того или иного БР. Истратив энергию или ее часть, океан не может противиться наступлению планетарной зональности климата. Более того, усилению зональности климата способствует резкое снижение содержания CO_2 в атмосфере за счет его потребления в зоне фотосинтеза и ослаблению его потока из океана. Дефицит CO_2 в зоне фотосинтеза и устанавливающаяся зональность климата приводят к усиленному накоплению карбонатов (кальциевая фаза). Океан становится поглотителем CO_2 , а зональность климата и стратификация океанских вод нарастают и достигают своего порога.

В пользу такого механизма БР говорят современные результаты изучения глобального океанического конвейера. По данным [3] формирование Великой соленосной аномалии (ВСА) в 1959—1981 гг. в Северной Атлантике было связано с замедлением глобального конвейера в средних широтах и ослаблением Гольфстрима, а в начале 1950 и в конце 1980-х гг. (т.е. до и после ВСА) происходила интенсивная отдача тепла в атмосферу в средних широтах сопровождавшаяся усилением Гольфстрима, причем восстановление активной работы конвейера происходило почти в четыре раза быстрее, чем его замедление.

И.А. Басовым установлена смена стратификации тихоокеанских вод по солености на стратификацию по температуре, которая происходила в начале кайнозоя [15]. Именно с этим временем связана крупнейшая углеродистая фаза кайнозойского БР. Следовательно, мы можем предполагать, что бимодальность работы океанского конвейера ответственна за двухфазность БР: сильной моде соответствует углеродистая фаза, а слабой — кальциевая.

Итак, мы приходим к выводу, что механизм гомеостаза биосферы заключен в океане, а его управление осуществляется живым веществом всей биосферы в основном через биогеохимический цикл углерода.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Дмитриевский И.М.* Фундаментальная роль реликтового излучения Вселенной (природный Интернет как путь к духовно-экологической цивилизации // *Материалы Второй Российской междисциплинарной научной конференции. Этика и наука будущего.* — М.: Дельфис, 2002. — С. 148—154.
- [2] *Захаров В.А., Нальняева Т.И., Шульгина Н.И.* Новые данные по биостратиграфии верхнеюрских и нижнемеловых отложений на полуострове Пакса, Анабарский залив (север Средней Сибири) // *Палеобиогеография и биостратиграфия юры и мела Сибири.* — М.: Наука, 1983. — С. 56—99.
- [3] *Лаппо С.С., Терещенков В.П., Соков А.В., Добролюбов С.А.* Охлаждение и распределение промежуточных и глубинных вод в западной части Северной Атлантики в начале 1990-х годов: Докл. АН. — 1996. — Т. 347. — № 4. — С. 548—551.
- [4] *Левитан М.А.* Потоки терригенного вещества в Северную Атлантику в мелу-неогене и факторы эволюции терригенного процесса // *Океанология.* — 1994. — Т. 34. — № 3. — С. 433—438.
- [5] *Малиновский Ю.М.* Проблема синфазной стратиграфии // *Бюл. МОИП. Отд. Геол.* — 1963. — № 6. — С. 176.
- [6] *Малиновский Ю.М.* Синфазная стратиграфия фанерозоя. — М.: Недра, 1982.
- [7] *Малиновский Ю.М.* Нефтегазовая литология: Учеб. пособие. — М.: Изд-во РУДН, 2009.
- [8] *Малиновский Ю.М., Савичев А.Т., Морозов М.А., Александров В.В.* Биосферная ритмичность кимеридж-валанжинских отложений бассейна реки Боярка // *Геохимия.* — 1998. — № 3. — С. 304—312.
- [9] *Малиновский Ю.М., Гамбурцев А.Г.* Вариации количества Zn, Ni и Ba в кимеридж-валанжинских отложениях опорного разреза Пакса (север Средней Сибири) // *Атлас временных вариаций природных процессов. Т. 2: Циклическая динамика в природе и обществе.* — М.: Научный мир, 1998.
- [10] *Паренаго П.П.* О гравитационном потенциале Галактики. Ч. 11 // *Астрономический журнал.* — 1952. — Т. 29. — № 3. — С. 245—287.
- [11] *Пархомов А.Г.* Фликкер шум как процесс, чувствительный к слабым воздействиям // *Стратегия жизни в условиях планетарного экологического кризиса. Т. 11.* — СПб.: Гуманитарий, 2002.
- [12] *Романкевич Е.А.* Живое вещество Земли (биогеохимические аспекты проблемы) // *Геохимия.* — 1988. — № 2. — С. 292—307.
- [13] *Урманцев Ю.А.* Общая теория систем // *Система, симметрия, гармония.* — 1988. — С. 38—123.
- [14] *Хаутон Р.А., Вудвелл Д.М.* Глобальные изменения климата // *В мире науки.* — 1989. — № 6. — С. 6—16.
- [15] *Basov I.A.* Paleogene planktonic foraminifer biostratigraphy of Sites 883 and 884, Detroit Seamount (Subarctic Pacific) // *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results.* — 1995. — V. 145. — P. 157—170.

TO THE INVESTIGATION OF HOMEOSTASIS OF BIOSPHERE

Yu.M. Malinovskiy

Engineering Faculty
Peoples' Friendship University of Russia
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419

For all the achievements of the present-day science, we cannot tell yet with any degree of confidence as to what is going to happen to our terrestrial habitat even in the short-term future. One queries the putative scenarios for the development of the biosphere and the very prognostication to this effect. Nevertheless, we think it is possible to make relevant ecological forecasts and verify them.

The main thing here is, preceding from geological data, to learn the biosphere's mechanism of self-regulation. The point is that the biosphere, as modern sciences understands it, is an inhabited geological shell, or envelope; it is an open global dynamic system.

Key words: biosphere, homeostasis, biospherical rhythms.