

РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК 551.7

МЕХАНИЗМ ГОМЕОСТАЗА БИОСФЕРЫ КАК ПРИЧИНА ВЕЛИКИХ ОЛЕДЕНЕНИЙ, МАССОВЫХ ВЫМИРАНИЙ И ПЕРИОДИЧНОСТИ ОСАДКО- И РУДОНАКОПЛЕНИЯ

Ю.М. Малиновский

Инженерный факультет
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

Автоколебательный механизм гомеостаза биосферы обусловлен периодической сменой стратификации вод по солёности тёплого океана на стратификацию вод по температуре холодного океана и наоборот. Эти переходы порождают ритмокаскады межконтинентального конвейера и глобальные изменения.

Очевидно, что без решения проблемы механизма гомеостаза (саморегуляции) биосферы невозможно верно реагировать на грядущие изменения природы и климата, а тем более пытаться управлять средой обитания. Как отметил В.И. Вернадский, «биосферу нельзя понять в явлениях, на ней происходящих», если будет забыта её геологическая история. Однако геология такой проблемы перед собой до сих пор не ставила, хотя изучение механизма гомеостаза биосферы позволяет дать ответ на многие дискуссионные вопросы.

Любая самоорганизующаяся система может поддерживать свой гомеостаз только благодаря автоколебаниям. Биосфера, включающая живое вещество, гидросферу, тропосферу и верхнюю часть литосферы, пригодна для жизни уже около четырёх миллиардов лет. Нет сомнения, что она обладает гомеостазом и для его поддержания вынуждена совершать автоколебания. Что они собой представляют и каковы их масштабы, позволили выяснить наши исследования периодичности геологических процессов.

Изучение биосферной ритмичности разновозрастных отложений [6; 7] показало асимметрию биосферных ритмов: их начальная фаза вступает резко и через ряд фрактальных колебаний постепенно переходит в завершающую фазу. Начальная фаза биосферных ритмов (БР) получила название углеродистой (эвтрофной), так как на нее приходится максимумы накопления органического углерода в осадочных толщах. Завершающая фаза БР была названа кальциевой (олиготрофной), так как на нее приходится максимумы накопления карбоната кальция. С вступлением первых фаз БР все меняется: биота начинает сбрасывать «лишний» углерод, климат делается более гумидным, снижаются темпы накопления осадков, развиваются

ся коры выветривания, терригенный снос с континентов ослабевает, а вынос растворенных солей в океан увеличивается. Типичным примером БР служит известная триада: углеродистые отложения — карбонаты — соли, характерная для аридных широт. Возникновение БР связывается с деятельностью межконтинентального конвейера. Его бимодальность (два типа поведения) [3] обуславливает двухфазность БР: усиленной моде работы межконтинентального конвейера, когда активизируются течения, соответствуют углеродистые фазы, а ослабленной, когда они затухают, — кальциевые. Показательно, что и в развитии живой клетки выделяются подобные фазы: белковая и кальциевая. Все БР от самых длительных — порядка 90 млн лет и самых коротких (до года?) построены подобно друг другу (фрактально).

Исследование «Периодической системы геологических событий фанерозоя» [4; 5; 7] показало, что наиболее крупная периодичность в накоплении продуктов на выходе биосферы — осадочных горных пород и полезных ископаемых в два раза короче цикла Бертрана — периода глобальных тектонических воздействий на биосферу.

Шесть выделенных периодов в глобальном осадконакоплении фанерозоя построены подобно друг другу: все они начинаются ансамблями стратиграфических уровней, максимально благоприятных для накопления углеродистых отложений, и завершаются максимумами накопления карбонатов или оледенениями. Наиболее продуктивные эпохи в истории фанерозоя: поздний венд — кембрий; средний ордовик — силур; средний — поздний девон; средний карбон — пермь; юра — ранний мел; палеоцен — миоцен — разделяются максимумами накопления карбонатов или максимумами оледенений (рис. 1). Ансамбли возникают в два раза чаще, чем оледенения, и на них приходятся самые сильные изменения в биоте, причем чем крупнее оледенения, тем крупнее связанные с ними ансамбли высокопродуктивных эпох. Относительно небольшое позднеордовикско-силурийское оледенение предваряется и сопровождается менее значительными ансамблями высокопродуктивных эпох.

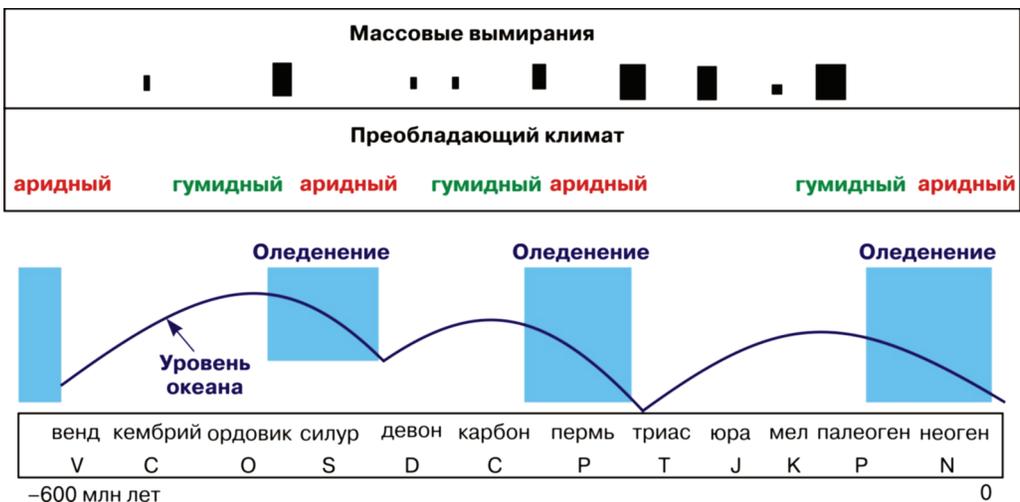


Рис. 1. Периодичность крупнейших глобальных изменений в течение фанерозоя

Сама смена ледниковых эпох на безледниковые и наоборот выглядит парадоксально. Наступление ледниковых эпох в конце мела, раннего карбона и в ордовике происходило на фоне высокого уровня океана и преобладания на планете теплого гумидного климата, когда альbedo Земли было минимальным. Деградация среднекарбон-пермского (гондванского) оледенения произошла без заметного смещения Пангеи на фоне низкого уровня океана, широкого развития покровного оледенения, резкой аридизации климата и отсутствию зоны влажных тропиков, которая появилась только в альбе [2]. Естественно, за счет увеличения площади суши, развития пустынных ландшафтов и ледниковых покровов альbedo Земли в конце перми было максимальным, а радиационный баланс минимальным. Эта парадоксальность может свидетельствовать о нелинейности явления и его автоколебательной природе. Как ни странно, но радиационный баланс противодействовал переходам из одного состояния биосферы в другое.

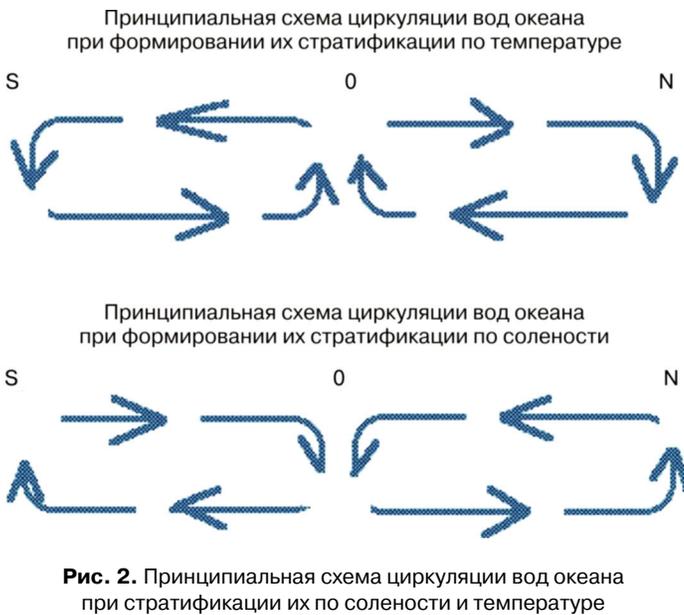
Общее число опубликованных гипотез о причинах сверхдлинных климатических колебаний приближается к сотне [8]. Несостоятельность наиболее популярных из них (изменение макрогеографической ситуации, тектонической активности и орогенеза) показана Н.М. Чумаковым [8], который считает основной причиной эксплозивный вулканизм.

Естественно, температуры глубинных и промежуточных вод океана в ледниковые периоды были такими же низкими — от $-0,5$ до $+5$ °C, как и теперь, а температуры глубинных вод в безледниковые периоды были такими же высокими (от $7-11$ до 20 °C [10]), как в мелу. В течение фанерозоя холодный океан несколько раз сменялся теплым, а теплый — холодным. Таких переходных периодов в фанерозое было шесть. Это самые богатые горючими и другими полезными ископаемыми стратиграфические уровни в истории Земли. С ними связаны все массовые вымирания, в том числе и самые значительные на рубежах раннего и среднего ордовика, ордовика и силура, перми и триаса, триаса и юры, мела и палеогена [1]. Это может быть обусловлено резкой сменой в большинстве регионов Земли как в океане, так и на суше, олиготрофных условий эвтрофными при вступлении углеродистых фаз БР.

Если теплый океан стратифицирован преимущественно по солености, то холодный — по температуре, поэтому при смене теплого океана на холодный происходит смена стратификации океанских вод по солености на стратификацию по температуре. Стратификация по температуре может формироваться только за счет полярных «холодильников», а по солености — за счет прогрева и испарения вод в аридных широтах. В результате при формировании стратификации по температуре глубинные воды двигаются от полюсов к экватору, а по солености — от экватора к полюсам. Формирование стратификации по температуре может начаться в случае приостановки океанских течений и при полном господстве стратификации по солености на фоне теплого гумидного климата, когда теплые глубинные воды перестают поступать в полярные бассейны. Формирование стратификации по солености может проявляться также при остановке океанских течений, но уже при господстве стратификации по температуре на фоне оледенения и резкой аридизации климата. Таким образом, смена стратификаций океанских

вод и климатические изменения происходят в автоколебательном режиме: предельное развитие теплого океана — причина смены его холодным и наоборот. Образование и разрушение материковых оледенений сопровождается изменениями скорости вращения Земли, что отражается на вулканизме и тектонике, а отдельные импакты могут инициировать вступления углеродистых фаз биосферных ритмов.

Стратификация вод по температуре, когда весь океан холодный, приводит к резкой климатической зональности. В результате в низких широтах образуются массы теплых, более соленых и плотных вод, которые порциями (БР) в глубинах океана проникают в высокие широты, формируя стратификацию вод по солености. Когда она сформировалась, наступает фаза стабилизации теплого океана. Теплые, более соленые и плотные воды в низких широтах перестают образовываться, так как там, где раньше происходило их образование благодаря малому перепаду широтных температур формируется влажный тропический климат. В условиях установившейся общей стратификации вод океанические течения замирают. Тепло перестает поступать в высокие широты, и здесь образуются массы холодных вод, которые порциями (БР) начинают проникать в глубины океана, формируя стратификацию по температуре (рис. 2). Поэтому стратификация вод по температуре пермского холодного океана из-за сильной зональности климата в то время [2] могла перейти только в стратификацию по солености вод теплого мезозойского океана. В условиях слабой климатической зональности в конце мезозоя стратификация по солености могла перейти только в стратификацию по температуре современного холодного океана. Таким образом, теплая биосфера служит причиной холодной, а холодная — теплой. Их смена происходит в автоколебательном режиме.



В пользу предлагаемой модели свидетельствуют данные изучения планктонных фораминифер [2], по которым для сеномана устанавливается «особая циркуляция, при которой глубинные воды перемещались от экватора к полюсам, а по-

верхностные от полюсов к экватору» на фоне возросшей стратификации водной толщи. Этими же авторами отмечается начало перемещения глубинных вод к экватору, а поверхностных — от экватора к полюсам в конце кампана — начале маастрихта, когда началось формирование стратификации по температуре. Для начала олигоцена И.А. Басовым [9] установлен факт смены стратификации тихоокеанских вод по солености на стратификацию по температуре.

Вымирения на границе мела и палеогена были весьма избирательными. Как отмечает М.А. Ахметьев [2], «в большинстве случаев эти изменения начались еще в маастрихте. В меньшей степени пострадали наземные моллюски, пресноводные рыбы и наземная флора». Таким образом, как и следовало ожидать, самые большие изменения биоты происходили в океане, а не на суше, как должно было бы произойти в результате импакта, вулканизма или излияния траппов. Вместе с тем названные явления могли служить пусковым механизмом вступления углеродистых фаз биосферных ритмов, так как они проявляются лавинообразно (по закону фликкер-шумов).

В последние четыре миллиона лет холодная биосфера вышла на известный ритм ледниковый — межледниковый с астрономическим периодом в 90—130 тысяч лет [11]. Механизм формирования ледниковый — межледниковый принципиально такой же, как и у больших периодов ледникового и безледникового климатов. В ледниковья в течение 80—100 тыс. лет создаются массы холодных вод, которые в итоге прорываются в глубины океана, возбуждая меж океанский конвейер. Его резкое усиление приводит к быстрой деградации части ледникового покрова и относительно кратковременному потеплению и гумидизации климата на 15—20 тысяч лет. По мере затухания меж океанского конвейера межледниковье постепенно переходит в ледниковье, которое достигает максимума перед самым началом следующего межледниковья.

Таким образом, автоколебательный механизм гомеостаза биосферы порождает биосферные ритмы и служит ведущей причиной великих оледенений, массовых вымираний, периодичности осадко- и рудонакопления, а также причиной эволюции самой системы. Для поддержания иерархической согласованности своих колебаний биосфера использует космическое расписание.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Алексеев А.С.* Массовые вымирения в фанерозое. — М.: Изд-во МГУ, 1998.
- [2] *Климат в эпохи крупных биосферных перестроек / Гл. ред. М.А. Семихатов, Н.М. Чумаков.* — М.: Наука, 2004.
- [3] *Ланно С.С., Терещенков В.П., Соков А.В., Добролюбов С.А.* Охлаждение и распреснение промежуточных и глубинных вод в западной части Северной Атлантики в начале 1990-х годов // ДАН. — 1996. — Т. 347. — № 4. — С. 548—551.
- [4] *Малиновский Ю.М.* Синфазная стратиграфия фанерозоя. — М.: Недра, 1982.
- [5] *Малиновский Ю.М.* Недра — летопись биосферы. — М.: Недра, 1990.
- [6] *Малиновский Ю.М., Савичев А.Т., Морозов М.А., Александров В.В.* Биосферная ритмичность кимеридж-валанжинских отложений бассейна реки Боярка // Геохимия. — 1998. — № 3. — С. 1—9.

- [7] *Малиновский Ю.М.* Биосферные основы литологии. — М.: Изд-во РУДН, 2003.
- [8] *Чумаков Н.М.* Периодичность главных ледниковых событий и их корреляция с эндогенной активностью Земли // ДАН. — 2001. — Т. 378. — № 5. — С. 656—659
- [9] *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.
- [10] *Huber B.T., Norris R.D., Macleod K.G.* Deep-sea paleotemperature record of extreme warmth during the Cretaceous // Geology. — 2000. — Vol. 30. — N 2. — P. 123—126.
- [11] *Tiedemann R., Haug G.H.* Astronomical calibration of cycle stratigraphy for Site 882 in the Northwest Pacific // Proc. ODP, Sci. Results. — 1995. — V. 145. — P. 283—292.

**MECHANISM OF BIOSPHERE HOMEOSTASIS
AS A CAUSE OF GREAT GLACIATIONS,
MASS EXTINCTION, AND PERIODICITY
OF SEDIMENTATION AND ORE ACCUMULATION**

Yu. M. Malinovsky

Engineering faculty
People's Friendship Russian University
Miklucho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

Self-oscillatory mechanism of biosphere homeostasis is substantiated by periodic alteration of water stratification by the salinity of the warm ocean to that by the temperature of the cold ocean and vice versa. These passes originate rhythmic cascades in inter-ocean currents and lead to global changes.