

Е. В. Краснов
А. Ю. Романчук

ПРОБЛЕМА БИОРАЗНООБРАЗИЯ — ГЕОИСТОРИЧЕСКИЙ ПОДХОД

С геоисторических позиций обсуждается проблема эволюции параметров биологического разнообразия. Сделан вывод о доминировании глобальных факторов земного и космического происхождения в развитии биосферных процессов. Биогеохимический подход к эволюции биосферы позволил авторам выделить основные этапы ее развития с древнейших времен до современной эпохи и отказаться от постулата Лейбница («природа не делает скачков»).

This article tackles the problems of the biodiversity parameter evolution from the geohistorical perspective. The authors come to a conclusion about the prevalence of global terrestrial and cosmic factors in the development of biosphere processes. Thanks to the biogeochemical approach to the biosphere evolution, the authors could identify the principal stages of its development from the ancient times to the modern epoch and refute the postulate of Leibniz (nature makes no leaps).

Ключевые слова: биоразнообразие, геоисторический подход, геоэкологические факторы, периодичность эволюции.

Key words: biodiversity, geohistorical approach, geoecological factors, evolution periodicity.

Биологическое разнообразие и его эволюция в уникальных условиях Земли привлекают внимание исследователей прежде всего как сложнейший геоисторический процесс зарождения, распространения и усложнения видов и форм организации «живого вещества» (по В.И. Вернадскому) с древнейших времен до наших дней. Эти виды и формы (таксономические, биоценотические, экосистемные, биогеохимические), появившись на самом раннем докембрийском этапе существования биосферы, продолжают непрерывно развиваться и в современную эпоху, когда одни виды и сообщества вымирают, а на смену им появляются другие. Биосферный процесс на Земле периодически нарушался событиями в окружающей среде и в самой биоте [7].

Глобальные биосферные процессы, происходящие в условиях изменения климата, уровня Мирового океана, как правило, изучаются с учетом одного — двух факторов (увеличение CO_2 в атмосфере, сжатие (либо расширение) Земли, загрязнение окружающей среды и т.п.). При этом зачастую не принимаются во внимание космопланетарный характер глобальных процессов, биогеосферные и экосферные перестройки и др. Между тем еще в 1926 г. В.И. Вернадский [1] открыл биогеохимический подход, с которым связывал надежды на более глубокое постижение сущности глобальных процессов — от атомно-молекулярных до биосферных. Периодически сотрясающие Землю кризисы и катастрофы В.А. Зубаков [4] предложил исследовать в рамках исторической геоэкологии, в значительной мере на биогеохимических представлениях Вернадского. Следуя его призыву, основные биосферные события в истории Земли авторы данной статьи также анализируют с геоисторических и биогеохимических позиций.

По современным представлениям формирование Земли и появление ее биосферы были геологически почти одновременными (4—4,5 млрд лет назад). Для раннедокембрийской хемобиосферы были типичны весьма примитивные карбонатно-кремнистые ассоциации строматолитов и онколитов в шельфовых областях палеоконтинентов (Балтийский щит и др.). Более определенно устанавливается период развития, который охватывал интервал 3760—1900 млн лет. Сообщества безъядерных цианобактерий были представлены автотрофами, гетеротрофами и сапрофитами, которые могли существовать без атмосферного кислорода и азота в почве. Позднее (1900—900 млн лет) палеобиосфера характеризуется появлением эукариот, обладавших клеточным ядром и хромосомным аппаратом. В этот период произошло усложнение внутриклеточных процессов, возникли первые колониальные организмы. Растения — автотрофы (фотоавтотрофы) синтезировали органическое вещество, образовав основу трофической пирамиды биосферы. Биогеохимическая функция грибов состояла в разложении отмершей органики и

подготовке ее для усвоения другими организмами. Функция одноклеточных животных выражалась в перераспределении компонентов биокосных систем (почв, илов), содержащих достаточное количество воды.

Около 900 млн лет назад началась эволюция многоклеточных Metazoa, резко увеличилось биологическое разнообразие. Уже в венде появились некоторые группы организмов, существующие и поныне (например, губки, погонофоры, книдарии). Значительным повышением уровня организации, физиологических и биогеохимических механизмов древних беспозвоночных было обусловлено существенное повышение их способности к экспансии в пространстве и во времени. Качественно более высокая степень развития биоты обусловила и более высокий уровень биосферных взаимосвязей. В конце докембрийской эры удлинлись и усложнились трофические и метаболические цепи в экосистемах.

К началу фанерозоя резко обособились две главные группы организмов, связанные в единую биоэнергетическую систему. Растения, находясь в основании пищевой пирамиды, снабжали животных органической пищей, а атмосферу — кислородом; в свою очередь, растения от животных получают углекислый газ и другие метаболиты. С повышением активности организмов связано ускорение темпов их эволюции, усиление дивергенции филогенетических ветвей и биогеохимических связей. Радикальные морфогенетические изменения в кембрии привели к массовому развитию скелетных колониальных форм беспозвоночных. Кальциевые, кремниевые, фосфатные, стронциевые и другие организмы начиная с раннего палеозоя определили спектр направленных биогеохимических процессов, обусловивших в конечном счете всё разнообразие беспозвоночных в современной биосфере.

Кембрийская «перестройка» биогеохимических процессов была подготовлена радикальными изменениями в архитектонике ряда групп беспозвоночных (моллюски, брахиоподы, кораллы и др.). В силуре произошло новое преобразование, связанное с цефализацией — появлением головного мозга у хордовых. Разнообразие физико-химических условий на суше обусловило дифференцированность биогеохимических процессов, адаптированных к местным условиям. Существенно возросла интенсивность вещественного, энергетического и информационного обмена между компонентами биогеохимических систем [5].

Возникновение наземной биосферы началось «выходом» растений на сушу 420 млн лет назад. Процессы почвообразования происходили при участии и взаимодействии биотических и абиотических факторов. Важным событием стало возникновение и развитие покрытосеменных растений 130 млн лет назад. В позднем мелу и в кайнозое покрытосеменные — преобладающий компонент наземной растительности, обусловивший появление и развитие многих групп животных, включая птиц, млекопитающих и человека.

В ходе эволюции биогеохимические процессы проявлялись (в соответствии с принципами Вернадского) в виде функций живого вещества: энергетической, концентрационной, деструктивной, средообразующей и транспортной, которыми обусловлены становление современной кислородной атмосферы (в результате фотосинтеза зеленых растений и депонирования огромного количества CO_2 в биогенных породах). Большинство горных пород, руд и минералов (силикаты, карбонаты и даже граниты) в стратиффере Земли обязаны своим происхождением древним биосферам. Благодаря им процессы взаимодействия живого и косного вещества могут быть прослежены начиная с самых ранних геологических эпох (высокоуглеродистые соединения типа шунгита в Карелии, железистые кварциты, силикаты и карбонаты во многих регионах мира).

Минеральное вещество неоднократно преобразовывалось живыми организмами. Наиболее значимая для современной биосферы система CO_2 — O_2 направленно менялась в геологическом прошлом в результате увеличения разнообразия фотосинтезирующих растений в Мировом океане и на континентах. Примитивные бескислородные циклы ранних этапов биосферной эволюции были существенно преобразованы в результате появления более сложных биогеохимических цепей и звеньев в фанерозое. Направленность эволюции биосферы и периодические ее изменения наиболее убедительно прослеживаются с помощью интегральных биогеохимических маркеров — по соотношениям изотопов кислорода, углерода, серы, кальция, магния, стронция и др. [6].

Глобальные изменения в эволюции органического мира объясняют действием космической радиации. Великие переломные рубежи в истории развития органического мира (вымирание фаун и флор) действительно планетарны и охватывают разнообразнейшие биотопы, поэтому они не могут быть вызваны местными причинами. В эволюции органического мира в фанерозое прослежено четыре эпохи гигантизма: ордовик — лудлов, карбон — ранняя пермь, средняя юра —

маастрихтский век и четвертичный период, с наибольшей численностью, таксономическим разнообразием, биологической продуктивностью и самыми крупными размерами особей у большинства таксономических групп организмов. Эпохи гигантизма продолжались по 80—90 млн лет, чередуясь с эпохами такой же или несколько меньшей продолжительности, в которых все эти показатели были выражены значительно слабее.

Периодическое чередование эпох гигантизма и модицизма приводит нас к решительному отказу от постулата Лейбница — «природа не делает скачков». Кризисы и даже катастрофы в эволюции биосферы вполне допустимо увязывать со всесветными вымираниями фаун и флор на рубежах геологических периодов, эпох и веков, а их, в свою очередь, с вращением Солнечной системы вокруг центра Млечного пути, принимая при этом, что Земля в различные периоды своего развития получала неодинаковые дозы космической радиации. Вращение Солнечной системы вокруг центра нашей Галактики установлено астрономами, хотя продолжительность каждого оборота вращения подсчитана лишь приблизительно. По одним данным, она достигала 200 млн лет, по другим — 250 млн лет. Если периодическое чередование геологических периодов увязывать с вращением Солнечной системы, то продолжительность одного оборота, по данным абсолютного летоисчисления, будет составлять около 160 млн лет.

Эволюция биогеохимических процессов (углекислотного накопления, карбоната накопления, кремнекислотного накопления) сопровождалась разнопорядковыми ритмами, кризисными явлениями и даже системными катастрофическими перестройками биогеохимических связей. Подобные нарушения преемственности развития отчетливо проявлялись в эпохи усиления вулканизма, материковых оледенений, резких изменений солнечной активности, ЭМП, расширения и сжатия Земли и др.

Обнаружение переходных форм между высшими приматами и человеком — австралопитеков, живших от 4—5 до 1 млн лет назад, открыло новый этап в познании биосферной эволюции. Его связывают с началом похолодания и последовавшего за ним оледенения. Современный человек оказывает все возрастающее влияние на биосферные процессы. Мощное воздействие техногенной деятельности таково, что сейчас она способна не только нарушить равновесие глобальных биогеохимических отношений, но и повернуть их вспять. Человек, став «геологической силой» (по выражению Вернадского), ныне близок к самоуничтожению в результате неимоверного концентрирования радиоактивных материалов военного назначения, химического загрязнения атмосферы и гидросферы, деградации почвенного покрова, сведения лесов и других геосистем. Все это вместе взятое коренным образом изменяет ход биогеохимических процессов. На наших глазах происходит трансформация самого человека (от замены его органов и тканей до искусственного оплодотворения, суррогатного вынашивания, клонирования), продуктов его питания (за счет генетических модификаций растений и животных, применения консервантов и др.), лекарственных препаратов и т. п. Процесс трансформации человека как биосоциального существа некоторые исследователи увязывают с развитием промышленного производства, урбанизацией и НТР.

Как подчеркивает в одной из своих работ Э.С. Демиденко [2], человечество изменяется в результате загрязнения окружающей природной среды, не замечая параллельно происходящих процессов биоконцентрирования радионуклидов, тяжелых металлов и других токсичных веществ в клетках, органах и тканях большинства групп организмов. Человечество, однако, не становится независимым от биосферы — это в принципе невозможно.

Разворачивается ли, в самом деле, «поточная перестройка биосферы» в результате одомашнивания диких животных и даже генетической трансформации некоторых из них? Нет даже намеков на то, что на смену биосферному разнообразию в наши дни приходит постбиосферное либо техно-, ноосферное разнообразие. Новые сорта злаков, цветковых растений и др. обогащают фонд возделываемых человеком культур, но они не могут заменить миллионы видов дикорастущих видов. Допущения о возможности полной замены биосферы техносферой относятся скорее к научно-фантастическому, нежели научно-практическому сценарию дальнейшего существования биосферы.

Человек выделился из стадного мира как существо биосоциальное, но при этом совершенно не изменились его основные биологические функции (питание, дыхание, размножение). Новейшие открытия в медицинской генетике, иммунологии и других науках останавливают распространение многих ранее неизлечимых болезней, а развитие общей и физической культуры человечества все больше способствует снижению заболеваний, а вместе с этим — увеличению продолжительности жизни.

Всесветные нарушения преемственности, излом направленности развития — важнейшие черты глобальных катастрофических и кризисных перестроек состава, структуры и условий функционирования биосферы и ее составляющих. Наглядное тому подтверждение — палеонтологические свидетельства глобальных вымираний древних групп организмов, изменений состава атмосферы, гидросферы, вулканизма, условий осадконакопления и др. Допалеозойское, домезозойское, докайнозойское глобальные вымирания при более детальном анализе оказываются не циклическими, не синхронизируемыми, а многозначно обусловленными.

Подобные события обычно характеризуются как быстрая кратковременная смена фаун и флор, различных групп древних организмов. На критических рубежах они сменяются многократно быстрее, чем до и после них. Цикличность и периодичность глобальных катастрофических перестроек, постулировавшиеся многими исследователями [3], «размываются» в ходе более углубленного изучения конкретных данных. Очевидна статистичность утверждений о периодичности критических рубежей и катастрофических глобальных перестроек.

Опережение и запаздывание посткатастрофических событий по отношению к рубежу биосферной перестройки указывают на действительное значение случайных факторов. В конкретных исследованиях оценка подобных событий приближенно осуществляется методом разложения со степенями запаздывания, что для выявления частных эмпирических зависимостей вполне допустимо. Однако для характеристики наиболее общих законов развития природных систем необходимы анализ отношений устойчивого состояния и выявление причин их нарушений, поиски детерминирующих факторов и путей вывода биосистем из фазы катастрофы на новый уровень направленного развития.

Ж. Кювье признавал реальность катастроф наземных фаун наряду с направленным поступательным развитием гидробионтов. Катастрофизм в нашем понимании — это не более чем дополнительность эволюционизму Ж.-Б. Ламарка и Ч. Дарвина, лишь одна из граней оценки сложного процесса развития. Случайность катастроф в этом варианте представляется лишь формой проявления необходимости. В целостной структуре глобально развивающейся живой системы катастрофа — это осложняющий эпизод, не отменяющий генерального направления, вектора развития до наступления новой критической фазы. В конечном случае катастрофа — отражение финального состояния биосистемы в фазу ее распада.

Повышение сложности современных взаимоотношений общества и природы (в условиях техногенного развития) сопровождается катастрофическим снижением устойчивости биосферы из-за быстрого вымирания многих видов организмов и их сообществ (тропические леса, коралловые рифы и др.) [2]. Неэкологичность принимаемых на самом высоком уровне политических решений создает прямую угрозу устойчивости биосферы (разрушение озонового экрана атмосферы, химическое и радиоактивное заражение организмов, продуктов питания и др.). Анализ биосферных перестроек как предвестников очередной геоэкологической катастрофы требует учета характеристик сопряженно-взаимодействующих энтропийных и антиэнтропийных процессов. Переход от хаотического развития к новому упорядоченному качеству не может быть, поэтому исследован лишь в виде сравнительного описания поочередной смены одного якобы независимого состояния биосистемы другим и требует признания взаимозависимости и независимости катастрофизма и эволюционизма, их сопряженности. Путь реализации подобной логики — в экологизации науки, образования и общественного воспроизводства биоразнообразия.

Исследуя проблему эволюции биоразнообразия на основе геосторического подхода, авторы пришли к заключению, что этот процесс периодически нарушается глобальными событиями как внутриземного, так и космического происхождения. Эпохи вулканизма и сейсмичности, чередование ледниковых и межледниковых периодов, изменения уровня Мирового океана, солнечной радиации и многие другие факторы необходимо учитывать при характеристике параметров биоразнообразия — таксономических, геоэкологических, биогеохимических и др.

Список литературы

1. Вернадский В. И. Биосфера. Л., 1926.
2. Демиденко Э. С. Формирование метаобщества и постбиосферной земной жизни. М., 2006.
3. Жирмунский А. В., Кузьмин В. И. Критические уровни в развитии природных систем. Л., 1990.
4. Зубаков В. А. Историческая геоэкология как наука // Горизонты географии: к 100-летию К. К. Маркова. М., 2005. С. 219—228.

5. *Краснов Е. В., Романчук А. Ю.* Глобальные геоэкологические и биогеохимические процессы в истории Земли // Гидрогеология и карстоведение: межвуз. сб. науч. тр. Пермского гос. ун-та. Пермь, 2009. Вып. 18. С. 169—172.

6. *Палеобиогеохимия морских беспозвоночных* / под ред. Е. В. Краснова. Новосибирск, 1980.

7. *Соколов Б. С.* Геологическое или палеобиосферное время и стратиграфия // Эволюция органического мира и биотические кризисы: материалы 56-й сессии Палеонтологического общества при РАН. СПб., 2010. С. 3—7.

Об авторах

Краснов Евгений Васильевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геоэкологии, Российский государственный университет им. Иммануила Канта.

E-mail: ecogeography@rambler.ru

Романчук Анна Юрьевна, кандидат биологических наук, доцент, Российский государственный университет им. Иммануила Канта.

E-mail: annaroman@mail.ru

About authors

Prof. Yevgeny Krasnov, department of Geoecology, IKSUR.

E-mail: ecogeography@rambler.ru

Dr. Anna Romanchuk, Associate Professor, IKSUR.

E-mail: annaroman@mail.ru