

СОВРЕМЕННАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ЭКОСИСТЕМ И ЗАКОНЫ РАЗВИТИЯ БИОСФЕРЫ ЗЕМЛИ MODERN EVOLUTION OF ECOSYSTEMS AND TRENDS OF DEVELOPMENT OF BIOSPHERE

В.В. Снакин, *Институт фундаментальных проблем биологии*, Институтская ул., 2, г. Пущино, Московская обл., 142290, Россия, тел. +7 (4967) 73-36-01;

МГУ им. М.В. Ломоносова (Музей землеведения), Ленинские горы, ГСП-1, Москва, 119991, Россия, тел. +7 (495) 939-10-00, e-mail: snakin@mail.ru

V.V. Snakin, *Institute of fundamental problems of biology*, Institute st., 2, Pushchino, Moscow region, 142290, Russia, tel. +7 (4967) 73-36-01;

Lomonosov Moscow State University (Earth Sciences Museum), GSP-1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia, tel. +7 (495) 939-10-00, e-mail: snakin@mail.ru

Обобщаются основные закономерности аутогенной эволюции экосистем с целью понимания механизмов функционирования биосферы и выявления роли в них антропогенного фактора. Анализируется направление современных глобальных процессов с позиции закономерностей эволюционного развития (аутогенного и аллогенного). Имеющиеся данные показывают, что современная эволюция экосистем идёт по аутогенному пути (саморазвитие) и нет достаточных научных оснований прогнозировать глобальный экологический кризис.

Ключевые слова: экологический кризис; глобальные экологические процессы, закономерности эволюции экосистем, саморазвитие экосистем.

The basic laws of autogenic evolution of ecosystems for the purpose of understanding of mechanisms of functioning of biosphere and role revealing in them of the anthropogenic factor are generalized. The direction of recent global processes from a position of laws of evolutionary development (autogenic and allogenic) is analyzed. The available data shows that recent evolution of ecosystems goes on an autogenic way (self-development) and there are no sufficient scientific bases to predict global ecological crisis.

Key words: ecological crisis; global ecological processes, laws of evolution of ecosystems, self-development of ecosystems.

Жизнь есть развитие. Устойчивость систем противостоит развитию. Поэтому концепция так называемого устойчивого развития лишена смысла даже в терминологическом отношении. Уточнение перевода «sustainable development» на русский язык как «поддерживаемое развитие» оправдывает лозунг лишь частично, поскольку предполагает знание законов развития, чтобы не противодействовать эволюции. Незнание законов развития биосферы и мироздания в целом приводит к сомнительным концепциям типа концепции глобального потепления в результате антропогенной деятельности или образования «озоновых дыр» вследствие воздействия фреонов. Ложная концепция порождает ложные усилия, обходящиеся налогоплательщикам в миллиарды долларов.

Закономерности эволюции природы. Избежать ошибок и ложных концепций позволяет знание законов развития природы. Необходимо заметить, что в экологии историзму, анализу закономерностей эволюции экосистем и биосферы в целом уделяется крайне малое внимание. Это позволяет манипулировать результатами краткосрочных наблюдений. «Экология практически не рассматривает эволюционные проблемы, потому из системной триады — история, структура, функция — практически выпало историческое звено» [10]. В то же время «чтобы сделать шаг вперед, человечеству следует пустить своих ученых-разведчиков прощупать почву под ногами и понять, как она жила в чреде по крайней мере семи поколений» [20].

Эволюция — закономерный процесс развития живой природы в сторону усложнения ее организации и прогрессивно нарастающей независимости от внешних условий [1, 2, 7]. Более высокая форма проявления закона эволюции в живой природе — образование сообществ, воздействие которых на среду их обитания традиционно приводит к глубоким и необратимым ее изменениям. Так, растительные сообщества, преобразуя неорганическую природу (породы, продукты выветривания и их переотложения) формируют особое естественно-историческое тело — почву, которая обеспечивает существование растительных сообществ и эволюционирует вместе с ними [3]. «Увеличение независимости от прежних условий существования, освоение новых, более разнообразных условий (новых, более широких адаптивных зон), более широкая степень автономизации развития, возникновение все более совершенных регуляторов, все более полное овладение средой — вот возможные критерии для сравнения групп по пути неограниченного прогресса» [18].

Эволюция биосферы. Вполне естественно, что под воздействием человека происходят необратимые изменения в биосфере. Всякий доминирующий вид существенным образом изменяет облик своего местообитания. Человечество преобразило «лик Земли», и нет ничего в этом необычного: так дуб обуславливает своеобразие дубравы, динозавры в свое время создали неповторимые картины юрского периода. Как всякая система, современная цивилизация и обусловленная ею биосфера видоизменяются, эволюционируют. Скорость эволюции и ее направление во многом заданы самой природой, а в чем-то зависят от нас: от того, насколько четко и научно обосновано будут решаться встающие перед человечеством экологические, ресурсные, биомедицинские, социально-экономические проблемы; насколько научимся контролировать последствия собственной деятельности, а в дальнейшем и минимизировать природой обусловленные кризисы.

Скорость эволюции биосферы увеличивается. Об этом свидетельствует сжатие исторических (геологических) периодов развития жизни на Земле (если протерозой охватывает период 600—800 млн лет, то кайнозой — уже 56—66 млн лет). О сжатии исторического времени пишет и С.П. Капица [9], анализируя периоды развития человечества.

Более того, скорость эволюции становится столь быстрой, что дает основание говорить о ее приближении к точке сингулярности [15], в которой перестают действовать привычные законы, а состояние биосферы становится близким к бифуркации. С наступлением так называемого постсингулярного этапа эволюции характер эволюции на Земле неизбежно должен измениться (или уже изменился).

О новом этапе эволюции свидетельствует также наблюдающийся в развитых странах демографический переход, означающий, что человечество прекращает рост численности в условиях материального изобилия; при этом нарушается один из основных законов развития — стремление жизни к неограниченной экспансии (давление жизни).

Увеличивающаяся скорость эволюции воспринимается нашими современниками порой как негативные для биосферы последствия деятельности человека и даже как начало «конца Света». Хотя мы, конечно же, не знаем, к каким последствиям приведет это ускорение эволюции.

Антиэнтропийность живого вещества. Увеличивается и активная энергия живых организмов на Земле в ходе геологического времени при примерно одной и той же активности Солнца. Концентрация внутренней энергии

живого вещества обеспечивает способность производить работу по преобразованию внешней среды, а не только на адаптацию к ней. По мнению С.В. Бойко [3], гигантские ящеры вымерли (а процесс их якобы «мгновенного» вымирания длился миллионы лет) не от того, что изменились внешние, географические условия, а от того, что они не выдержали конкурентной борьбы с более работоспособными и более высокоорганизованными животными, способными изолировать себя и свое потомство от неблагоприятных климатических условий созданием жилища и запасов продовольствия. Эволюция заключается не столько в накоплении массы тела, сколько в ускорении реакции на внешние раздражители и концентрации энергии.

Человечество достигло значительной концентрации энергии. Согласно В.И. Вернадскому [4], ноосферогенез — совместная эволюция (коэволюция) биосферы и человечества — составляет главную черту современной геологической стадии эволюции биосферы.

Эволюция биосферы взаимосвязана с эволюцией форм живого вещества (организмов и их сообществ — биогеоценозов) и усложнением их биогеохимических функций. Эволюция биосферы, обусловленная биогеохимической работой живого вещества, в свою очередь, стимулировала и направляла эволюцию конкретных видов организмов (обратная связь в эволюции [19]).

Закономерности аутогенного и аллогенного развития. Развитие систем происходит в различных условиях:

1) автономное (аутогенное, прогрессивное) развитие, или саморазвитие, когда влияние внешних факторов минимально;

2) аллогенное (или кризисное) развитие под доминирующим воздействием внешних для системы сил. Закономерности этих двух процессов различны, чаще всего противоположны.

Обобщение закономерностей аутогенной эволюции приведено в таблице на основании обобщения значительного числа работ [10, 12, 14, 16 и многие другие].

Сопоставляя направленность наблюдаемых в настоящее время глобальных процессов в биосфере с закономерностями, изложенными в таблице, можно попытаться определить, в каком направлении развивается биосфера Земли. В случае соответствия можно говорить о преобладании в биосфере на современном этапе развития аутогенной эволюции, т.е. развития в результате внутренних причин. Несоответствие дает основание говорить об аллогенной эволюции, т.е. о кризисном развитии, ведущем к глобальной катастрофе.

Характер роста численности народонаселения. Анализ первопричины многих экологических проблем — рост численности человечества — показывает, что в настоящее время экспоненциальный рост народонаселения планеты сменился так называемым демографическим переходом. При этом кривая численности населения принципиально изменилась и вышла на стадию насыщения. Объяснение феномена демографического перехода, очевидно, нужно искать в закономерностях эволюционного развития: общая тенденция снижения энтропии с неизбежностью ведет от расточительной высокой репродуктивной способности (R-стратегии) к более экономной и эффективной K-стратегии, когда количественные показатели уступают качественному воспитанию меньшего числа более приспособленных, лучше обученных и потому более перспективных потомков. В демографическом переходе заложена возможность ускорения передачи информации не только на генетическом, но и на социальном уровне. Тем самым достигается ускорение эволюции при нерасточительной репродуктивной стратегии.

Проблема биоразнообразия — одна из приоритетно рассматриваемых глобальных экологических проблем. Человек систематически воздействует на биологические виды — частью целенаправленно, уничтожая «вредные» виды, но главным образом в результате чрезмерной эксплуатации природных ресурсов и нарушения местообитаний биоты. Некоторые предположения (точные расчеты провести невозможно даже из-за незаконченности инвентаризации биоты*) утверждают, что за последние десятилетия исчезла примерно пятая часть представителей растительного и животного мира — цифра, сопоставимая с массовыми вымираниями геологического прошлого (Красилов, 1992; Никитин и др., 1997). Если это действительно так, то речь идет о несоответствии закономерностям аутогенной эволюции. В таком случае возможны противоположные суждения: 1) биосфера благодаря человечеству находится в стадии кризисного развития; 2) имеющиеся оценки потери биоразнообразия и тенденций в этой области не точны. В пользу второго вывода то обстоятельство, что, уничтожая многие естественные местообитания, человек создает новые техногенные территории и условия, т.е. новые местообитания, давая толчок видообразованию; к этому нужно добавить достижения селекции, создавшей многочисленные (под)виды сельскохозяйственных и домашних растений и животных, а также новые, практически неограниченные возможности генной инженерии.

При анализе биокультурного или социального разнообразия (части феномена биоразнообразия), с одной стороны, отмечается стремительное сокращение разнообразия жизненных укладов и культурных традиций. Коренное население тундры, тропических стран, пустынь безвозвратно утрачивает навыки традиционного природопользования. В то же время растет сложность мироустройства, народного хозяйства, приемов и методов использования природных ресурсов, резко возросла информационная компонента, что в целом делает картину цивилизационного разнообразия все более сложной и насыщенной.

Глобальные климатические изменения и их следствие.

Наблюдаемое потепление климата и повышение концентрации CO_2 в атмосфере должно стать причиной изменения биопродуктивности экосистем в сторону повышения в тех районах, где позволяют условия увлажнения**. Такая тенденция находится в русле аутогенной эволюции (табл.). К сожалению, мы пока не располагаем обобщением экспериментальных данных на этот счет в глобальном масштабе, чтобы сделать конкретные выводы о динамике этого процесса. При этом, несмотря на значительные, нарушившие биопродукционный процесс в естественных ландшафтах действия человека (сведение лесов, опустынивание, «запечатывание» почв техногенными объектами, создание огромных водохранилищ и т.п.), можно говорить о высокой продуктивности культивируемых видов растений и животных благодаря направленной селекционной работе, об отвоевывании все новых высокопродуктивных территорий у морей, пустынь и т.п. В целом продуктивность сельскохозяйственных территорий, занимающих огромные площади, неуклонно увеличивается: например, урожайность пшеницы в 80-е годы прошлого века составляла 1,8 т/га, а через 20 лет — 2,5 т/га [6]. Проблема с лесными угодьями также имеет тенденцию к положительному решению. Так, степень лесистости Европейской территории России возрастает [11]. Отмечается также рост лесистости в целом для территории Европы и Северной Америки: по 0,1% прироста в год, хотя среднемировые данные пока свидетельствуют о потерях 0,24% за год [6].

* Некоторые виды исчезают, так и не будучи описанными человеком. Число видов оценивается величиной примерно 14 млн, а описаны лишь 1,5 млн [6]. На таком фоне количественные оценки в потере биоразнообразия весьма дискуссионны.

** При упоминавшемся повышении температуры для территории России отмечается также увеличение водности её рек: в целом на преобладающей части страны годовой сток в последние два десятилетия XX века существенно превысил норму [Георгиевский, Шикломанов, 1996]. Отмечается также рост увлажнения атмосферы в целом для земного шара [6].

Закономерности (тенденции) изменения основных характеристик экосистемы в ходе аутогенной (прогрессивной) эволюции

Энергетика экосистемы:

- возрастает биомасса (В) и количество органического детрита;
- возрастает валовая продукция (Р) за счет первичной; вторичная малая изменяется;
- уменьшается чистая продукция;
- увеличивается дыхание (R);
- соотношение Р/В приближается к единице (равновесию);
- соотношение Р/В уменьшается;
- возрастает активная энергия единого комплекса организмов;
- происходит более интенсивное накопление энергии живым веществом в сравнении с неживой природой.

Биологический круговорот:

- круговороты элементов становятся все более замкнутыми;
- увеличивается время оборота и запас биогенных элементов;
- возрастает коэффициент цикличности (возобновление/вход).

Виды и структура сообщества:

- меняется видовой состав сообщества;
- возрастает богатство как компонент биоразнообразия;
- возрастает выравненность как компонент разнообразия;
- r-стратегии в широких масштабах заменяются K-стратегиями;
- усложняются и удлиняются жизненные циклы;
- в значительной степени развивается симбиоз;
- конкурентное давление уменьшается.

Устойчивость экосистем:

- возрастает стабильность экосистем;
- снижается упругая устойчивость экосистем к внешнему воздействию.

Информационная компонента:

- прогрессивная эволюция живого вещества определяется не накоплением их физической массы, а скоростью реакции на внешние раздражители и адекватные действия по концентрации энергии;
- рост интенсивности информационного обмена происходит как за счет увеличения биоразнообразия, так и усложнения взаимосвязей между видами и компонентами среды;
- более высокая скорость эволюции у медленно размножающихся видов (виолентов, сукцессионных видов) в сравнении с быстро размножающимися (пионерные виды, эксплеренты).

Общая стратегия:

- эволюция экосистем идет с нарастающей скоростью и сопровождается не столько приспособлением к внешней среде, сколько преобразованием этой среды;
- возрастает эффективность использования энергии и биогенных элементов;
- общая направленность эволюции биосферы интерпретируется как процесс сокращения производства энтропии в открытой системе.

Следовательно, в отношении биопродуктивности ландшафтов нет достоверных количественных подтверждений тому, что развитие по этому показателю идет в кризисном направлении.

Сквозная тенденция аутогенного развития — снижение устойчивости и увеличение стабильности экосистем — помогает понять ситуацию со все увеличивающимися убытками народного хозяйства от стихийных бедствий. С ростом сложности природно-техногенных систем уменьшается их устойчивость к внешнему воздействию. Кроме

того, на росте стоимости ущерба в мировом масштабе от стихийных бедствий в денежном выражении, несомненно, сказывается также неуклонно увеличивающаяся стоимость техногенных элементов в ландшафте. При этом количество людей, пострадавших в природных катастрофах, имеет тенденцию к увеличению (в большой степени за счет наблюдающегося еще роста населения) лишь для развивающихся стран, а в развитых странах оно находится на неизмеримо более низком уровне [6].

Кризисное развитие человечества или следствие экологического алармизма! В целом проведенный нами ранее [17] анализ современных глобальных экологических процессов с позиции эволюционизма позволяет утверждать, что, несмотря на значительное воздействие человека на биосферу, нет достаточных оснований утверждать, что сегодняшнее состояние взаимодействия биосферы и техносферы в глобальном масштабе описывается закономерностями кризисного развития. К сожалению, в этом отношении для более убедительного анализа еще не всегда хватает достаточного экспериментального научного материала. Необходимо развивать фундаментальные основы экологии, расширять наши знания о тонких механизмах функционирования экосистем, чтобы иметь возможность понять причину происходящих природных процессов и предсказать их изменения в результате тех или иных антропогенных воздействий.

Природные глобальные процессы имеют циклический характер, и нет оснований утверждать, что роль человека в них носит определяющий характер. Человек, как и всякий доминирующий в системе вид, изменяет ее, приспособляясь соответственно своим природным (а других нет*) потребностям. И это происходит в рамках аутогенного развития (саморазвития). В этом смысле антропогенный фактор в биосфере нельзя рассматривать как чужеродный (аллогенный) фактор, ибо человек сам есть часть природы, пусть и очень мощная. В бессмысленности природных катастроф и социальных потрясений (войны, эпидемии, революции), как бы ни были они трагичны для огромной массы людей, заключен великий смысл выбора направления дальнейшего развития, обеспечивающего лучшее будущее для последующих поколений.

Таким образом, для распространившегося, особенно после работ Римского клуба, алармизма** нет достаточных оснований в глобальном смысле. Как правило, неоправданный алармизм можно признать полезным лишь в малой степени***. Гораздо важнее знать и прогнозировать реальную ситуацию, реальные процессы и тенденции. Без этого огромные средства, затрачиваемые на охрану природы, не принесут желаемых результатов. Особенно неконструктивны прогнозы о неминуемой гибели человечества и даже биосферы. Конечно, в нашем неустойчивом мире катастрофы (особенно локальные) вполне реальны. Но обвинять человечество в некоей злонамеренности по меньшей мере несправедливо. В связи с этим актуально замечательное высказывание В.И. Вернадского: «В настоящее время под влиянием окружающих ужасов жизни наряду с небывалым расцветом научной мысли приходится слышать о приближении варварства, о крушении цивилизации, о самоистреблении человечества. Мне представляются эти настроения и эти суждения следствием недостаточно глубокого проникновения в окружающее. Не вошла еще в жизнь научная мысль...» [5].

* Даже стремление человека выйти на космический уровень — всего лишь проявление феномена «давления жизни».

** Алармизм экологический [от фр. *alarme* — тревога, беспокойство] — научное течение, акцентирующее внимание на катастрофичности последствий воздействия человека на природу и необходимости принятия немедленных решительных мер для оптимизации системы «природа-общество». Манифестом А.э. стал первый доклад Римскому клубу «Пределы роста».

*** Можно признать некую полезность алармизма в воспитательном аспекте. В то же время преувеличение кризисных явлений ведет, во-первых, к негативным настроениям, а во-вторых, снижает интерес к экологической проблематике в обществе, поскольку в реальности уровень жизни растет, продолжительность жизни растет, следовательно, в целом растет и качество жизни.

Исчерпала ли себя концепция устойчивого развития? Неприятие необоснованного алармизма вовсе не означает призыв покорять природу любой ценой. Очевидно, что экологическая ситуация во многих регионах Земли существенно ухудшена человеком. Слишком часто мы становимся свидетелями по сути региональных и локальных экологических катастроф. Для того чтобы региональные катастрофы не стали глобальными, необходимо, чтобы деятельность по восстановлению ландшафтов, деградированных по вине человека или в результате техногенных катастроф, приобретала всё более расширяющиеся масштабы. Следует продолжать обширные мероприятия по охране и восстановлению экосистем (расширение охраняемых природных территорий, ведение Красных книг и др.). Важно развивать научные основы этой деятельности в рамках конструктивной экологии, или экологии природовозрождения [8].

Концепция устойчивого развития — это попытка экологического конформизма политиков на основе наблюдаемых в последнее время кратковременных с позиции историзма динамических изменений в природе и обществе. В этом

заключается односторонность подхода, поскольку цикличность процессов, лежащих в основе развития, существенно ограничивает правдивость прогноза. Так, несмотря на тридцатилетнее господство концепции, не удалось не только предупредить, но и предугадать наступление мирового экономического кризиса. Поэтому следует признать концепцию устойчивого развития в полной мере не оправдавшей себя и начать разработку новой концепции, основанной на глубинном понимании законов развития биосферы и общества. Очевидно, что одним из главных этических принципов взаимоотношения человечества и биосферы при этом должен стать развиваемый многими религиями, особенно в христианстве, принцип минимизации, самоограничения потребностей человека.

Для того чтобы осознание необходимости самоограничения потребностей вошло «в плоть и кровь» современного человека и особенно наших потомков, необходимо расширять экологическое образование как в средней, так и в высшей школе. К сожалению, пока в нашей стране наблюдается обратная картина. ▮

Литература

1. Альбертс Б., Брей Д. и др. Молекулярная биология клетки. / М.: Мир, 1995. Т. 1—3.
2. Бауэр Э.С. Теоретическая биология. / М.-Л.: ВИЭМ, 1935. — 206 с.
3. Бойко С.В. Физика и эволюция. Часть 1. Физическое обоснование процессов эволюции природы. / Пушино, 1997. — 112 с.
4. Вернадский В.И. Биосфера. / М.: Мысль, 1967. — 367 с.
5. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. / М., 1991. — 270 с.
6. ГЕО-4. Глобальная экологическая перспектива. Окружающая среда для развития. / Найроби (Кения): ЮНЕП, 2007. — 540 с.
7. Гленсдорф П., Пригожин И. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. / М.: Мир, 1973. — 280 с.
8. Дежкин В.В., Снакин В.В., Попова Л.В. Экология природовозрождения // Использование и охрана природных ресурсов России. 2007. № 4. — С. 3—11.
9. Капица С.П. Общая теория роста человечества: Сколько людей жило, живет и будет жить на Земле. / М.: Наука, 1999. — 190 с.
10. Красилов В.А. Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты. / М.: ВНИИприрода, 1992. — 173 с.
11. Лесистость // Национальный атлас России. Т. 2 «Природа. Экология». М.: Роскартография, 2007. — С. 341—343.
12. Любищев А.А. в письме Холодному Н.Г. 1950. Цит. по: Шрейдер Ю.А., Мейен С.В., Соколов Б.С. Классическая и неклассическая биология. Феномен Любищева // Вестник РАН. 1977. — С. 112.
13. Никитин А.Т. и др. Экология, охрана природы и экологическая безопасность. / М.: МНЭПУ—Новь, 1997. — 744 с.
14. Одум Ю. Экология. / М.: Мир, 1986. Т. 1. — 328 с.; Т. 2. — 376 с.
15. Панов А.Д. Единство социально-биологической эволюции и предел ее ускорения // Историческая психология и социология истории. 2008. № 2. — С. 25—48.
16. Снакин В.В. Экология и природопользование: Энциклопедический словарь. / М.: Academia, 2008. — 816 с.
17. Снакин В.В. Глобальный экологический кризис: ресурсный и эволюционный аспекты // Век глобалистики. 2010. — № 2. — С. 105—114.
18. Тимофеев-Ресовский Н.В., Воронцов Н.Н., Яблоков А.В. Краткий очерк теории эволюции. / М.: Наука, 1977. — 302 с.
19. Тюрюканов А.Н. Избранные труды: К 70-летию со дня рождения. / М.: Изд-во РЭФИА, 2001. — 308 с.
20. Тюрюканов А.Н., Федоров В.М. «Биосфера и человечество» и биосферное естествознание // Онтогенез, эволюция, биосфера. М.: Наука, 1989. — С. 265—280.