

Базовые принципы концепции коэволюционного устойчивого развития

В.С. САВЕНКО¹

¹ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Аннотация. Современный системный эколого-экономический кризис вызван незамкнутостью производственных циклов. Природосовместимая экономика возможна только на основе сбалансированных техногенных круговоротов вещества. Коэволюционная стратегия развития допускает эволюцию биосферы без достижения точек бифуркации.

Ключевые слова: коэволюция, устойчивое развитие, глобальный экологический кризис, природосовместимые технологии.

DOI: 10.14357/20790279180212

Современный глобальный экологический кризис, как правило, связывается с воздействием хозяйственной деятельности на природную среду. Возросшая мощность антропогенных процессов привела к необратимой перестройке структурно-функциональной организации биосферы и переходу ее в новое состояние, которое В.И. Вернадский [1] назвал ноосферой. Согласно представлениям В.И. Вернадского, ноосфера – это биосфера, преобразованная сознательным трудом человека в его интересах. Но можно ли считать ноосферу закономерным и реально достижимым этапом эволюции биосферы? В случае положительного ответа на этот вопрос необходимо разрабатывать и внедрять особые, природосовместимые технологии, сохраняющие в нужном для человека диапазоне значений параметры состояния окружающей среды. При отрицательном ответе необходимо сокращение производственной деятельности до уровня, который оставляет естественную биосферу в невозмущенном состоянии.

Необходимость снижения интенсивности хозяйственной деятельности постулируется в теории биотической регуляции [2–5], согласно которой человечество в принципе не способно управлять состоянием биосферы и является своего рода «раковой опухолью», ее разрушающей. Появление человека с присущей только ему способностью к осознанному преобразованию природы представляется тупиковой ветвью эволюционного процесса.

Иных взглядов придерживались В.И. Вернадский и Н.Н. Моисеев, которые считали целенаправленное преобразование биосферы в интересах человека очевидной необходимостью, вытекающей из самого хода эволюционного процесса. В.И. Вернад-

ский [6] сформулировал три биогеохимических принципа, отражающие факт увеличения интенсивности биогенной миграции вещества в течение геологического времени. Рост интенсивности хозяйственной деятельности, представляющей особый вид биогенной миграции атомов, находится в полном соответствии с указанными биогеохимическими принципами и свидетельствует о нахождении человека на генеральном направлении эволюционного процесса.

Способность к труду, в котором объединены целенаправленные действия и активное использование внешней энергии, не связанной с физиологическим метаболизмом, выделяет человека из всей живой природы. Эта способность является закономерным результатом эволюции органического мира, а потому и хозяйственную деятельность мы должны рассматривать как закономерный результат эволюции биосферы.

Осознание системного характера современного эколого-экономического кризиса привело к появлению концепции устойчивого развития, согласно которой потребности ныне живущих людей должны удовлетворяться, не ставя под угрозу возможность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности. В отношении смыслового содержания понятия «устойчивое развитие» высказывались разные точки зрения [7–9] и во избежание разночтений мы определяем устойчивое развитие, при котором не происходят потеря или снижение устойчивости рассматриваемого объекта. Такое понимание устойчивого развития, по нашему мнению, наиболее точно отражает суть главной проблемы человечества: выявление и следование по такой траектории развития, которая не проходит через точки бифуркации и обеспечивает

эволюционное изменение структурно-функциональной организации биосферы.

Концепция устойчивого развития представляет собой «техническое задание», в котором оговорены необходимые и достаточные условия эволюционного развития человечества. К настоящему времени сложились три подхода к реализации целей концепции устойчивого развития: ресурсно-техносферная, биосферная и коэволюционная (ноосферная) стратегии, которые по-разному видят будущее человечества и предлагают разные пути его развития. Ресурсно-техносферная и биосферная стратегии обсуждались ранее [10], поэтому кратко рассмотрим основные положения коэволюционной стратегии.

В основе коэволюционной стратегии лежит идея согласованного развития человечества и окружающей его среды как единой целостной системы. Предполагается, что человек не только может, но и должен перестраивать биосферу, одновременно изменяя способы и средства ведения хозяйства. В коэволюционной стратегии признается неизбежность значительных антропогенных изменений природной среды, которые могут не сопровождаться ухудшением экологического состояния преобразованной биосферы по сравнению с ее естественным состоянием [11].

Н.Н. Моисеев считал важнейшей задачей – поиск способов сохранения гомеостаза биосферы в условиях роста интенсивности промышленного и аграрного производства [12–14]. Он указывал на необходимость сохранения не прежнего состояния биосферы, как это делается в биосферной концепции, а общего направления траектории развития, приведшей к появлению человека со всеми присущими ему атрибутами сознательной хозяйственной деятельности. Н.Н. Моисеев подчеркивал, что главная проблема современности состоит в том, чтобы не допустить переход биосферы в состояние бифуркации с неопределенной дальнейшей траекторией развития, которая не гарантирует сохранение человека как биологического вида [12]. Достижение этой цели возможно при условии, что эволюция биосферы, включающей человеческое общество в качестве подсистемы, будет идти при сохранении или даже увеличении устойчивости, т.е. по квазистационарному пути развития. Если в биосферной стратегии роль управляющей подсистемы отводится биоте, то коэволюция предполагает, что управление устойчивым развитием берет на себя человечество [13]. В коэволюционной концепции утверждается, что имеется принципиальная возможность такого совмещения природных процессов и хозяйственной деятельности, при котором осуществимо управление состоянием и эво-

люцией биосферы, преобразованной в комплекс взаимосогласованных технических и естественных биотических и абиотических подсистем.

Коэволюционная парадигма развития предполагает 1) выявление фундаментальных законов эволюции и 2) следование этим законам в процессе целенаправленного преобразования биосферы. Все биотические системы, начиная от отдельно взятого организма и заканчивая биосферой, относятся к неравновесным системам, устойчивость которых реализуется только в форме стационарных состояний. Если говорить об устойчивом развитии, это может быть только квазистационарная траектория, когда любые предшествующие и последующие состояния неравновесной системы являются стационарными и устойчивыми. Для этого необходимо, чтобы в ходе эволюции менялась внутренняя структурно-функциональная организация системы и чтобы каждый раз она соответствовала устойчивому стационарному состоянию.

Квазистационарная траектория развития представляет собой не линию, а более или менее широкий «канал», ограниченный критическими значениями параметров устойчивости. Внутри этого канала система может принимать состояния с большей или меньшей степенью устойчивости, оставаясь все время в целом устойчивой. Устойчивое развитие неравновесных систем – это движение по такому «каналу» эволюции, которое состоит из последовательности состояний с разной относительной степенью устойчивости. Очевидно, что важно иметь количественные критерии устойчивости биосферы и уметь определять их численные значения для разных ее состояний. К сожалению, задача количественной оценки критериев устойчивости экосистем разного иерархического уровня до сих пор не решена.

Все живые организмы и биокосные системы являются сильно неравновесными термодинамическими системами. Их существование поддерживается за счет поступления энергии извне, а переход к равновесию означает гибель. Устойчивость состояния живого организма определяется устойчивостью состояния «вдали от равновесия». То же самое справедливо в отношении устойчивости биосферы, существование которой возможно только при наличии сильной внутренней термодинамической неравновесности [10].

Химическая неравновесность биосферы создается в основном благодаря пространственному разделению продуктов фотосинтеза: газообразный кислород накапливается в атмосфере, тогда как органическое вещество концентрируется на поверхности и в самых верхних слоях литосферы (почвах и донных отложениях водоемов). Пока органическое

вещество находится в биосфере, оно неустойчиво и быстро перерабатывается гетеротрофными организмами. Только выйдя за пределы биосферы в составе осадочных пород, органическое вещество утрачивает непосредственную связь с биотой и резко повышает свою устойчивость. Осадочные породы и вне биосферы содержат окислители органического вещества (сульфатную серу, оксигидроксиды железа (III), диоксид марганца), но без участия живых организмов окисление идет чрезвычайно медленно, в силу чего концентрации компонентов главных окислительно-восстановительных систем в осадочных породах отражают синхронное с их образованием окислительно-восстановительное состояние биосферы. Результаты изучения эволюции химического состава осадочных пород свидетельствуют, что с течением времени на фоне роста концентрации органического углерода (восстановителя) в главных окислительно-восстановительных системах (окисное–закисное железо и сульфатная–сульфидная сера) наблюдается одновременное увеличение содержания окисленных компонентов [15]. Эта закономерность не может быть обусловлена вторичными процессами за пределами биосферы, откуда следует вывод, что эволюция биосферы шла в направлении увеличения ее внутренней неравновесности. Любые преобразования биосферы должны идти в том же направлении.

Экономика всегда строилась на основе производств с незамкнутым циклом, производящих не утилизируемые отходы и загрязнения. Когда мощность хозяйственной деятельности достигла планетарных масштабов, такая система стала причиной быстрой деградации природной среды. Поддержание параметров состояния биосферы в достаточно узком диапазоне значений в условиях роста объемов промышленного и сельскохозяйственного производства может быть достигнуто за счет интенсификации потоков вещества и сбалансированного сопряжения технологических и природных процессов в рамках новой структурно-функциональной организации биосферы. Такие природосовместимые, или «ноосферные» технологии не могут быть разработаны без знания устройства и функционирования естественной биосферы, и это является главной задачей фундаментальных экологических исследований в науках о Земле.

Как отмечалось выше, антропогенная деградация природной среды связана с неполной замкнутостью производственных циклов (рис. 1, а). Выход из этой ситуации подсказывает сама природа. В течение всего времени существования жизни на Земле устойчивое состояние биосферы поддерживалось благодаря организации биологических и геологических процессов в форме замкнутых (квазизамкнутых) циклов,

в которых продукты одного процесса служат исходными веществами для другого процесса и в конце цикла происходит полная регенерация первоначального состояния. Принцип замкнутых циклов должен лежать и в основе новой мировой экономики, в которой отходы глобальной технологической системы должны превращаться в ресурсы и компенсировать тем самым их расходование (рис. 1, б).

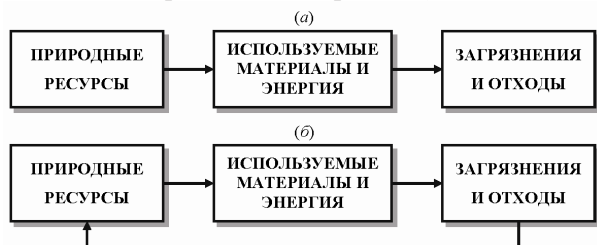


Рис. 1. Структурные схемы современных и природосовместимых технологий

Идея коэволюции человека и природы чрезвычайно проста и привлекательна. Она в меньшей степени, чем ресурсно-техносферный подход, опирается на принципы развития современной цивилизации, поставившие ее на грань глобального экологического кризиса, и в то же время содержит меньше ограничений при выборе новых путей по сравнению с биосферной стратегией. Коэволюционная стратегия устойчивого развития основана на утверждении, что появление человечества со всеми негативными проявлениями его деятельности есть закономерный и предсказуемый этап эволюции биосферы. Изучая законы эволюции биосферы, следуя им и изменяя биосферу и самих себя в соответствии с ними, можно выйти на траекторию устойчивого развития. Это важнейшая задача фундаментальной и прикладной науки.

Литература

1. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере // В.И. Вернадский. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1987. С. 298–205.
2. Горшков В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. М.: ВИНТИ, 1995. 470 с.
3. Арский Ю.М., Данилов-Данильян В.И., Залиханов М.Ч. и др. Экологические проблемы: что происходит, кто виноват и что делать? М.: Изд-во МНЭПУ, 1997. 330 с.
4. Голубев Г.Н. Геоэкология. М.: ГЕОС, 1999. 338 с.
5. Кондратьев К.Я., Лосев К.С., Ананичева М.Д., Чеснокова И.В. Естественнонаучные основы устойчивости жизни. М.: ЦС АГО, 2003. 240 с.

6. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1987. 339 с.
7. Daly H. Toward some operational principles of sustainable development // *Ecological Economics*. 1990. V. 2. № 1. P. 1–6.
8. Розенберг Г.С., Гелашвили Д.Б., Краснощеков Г.П. Крутые ступени перехода к устойчивому развитию // *Вестник РАН*. 1996. Т. 66. № 5. С. 436–440.
9. Котляков В.М., Глазовский Н.Ф., Руденко Л.Г. Географические подходы к проблеме устойчивого развития // *Известия РАН. Сер. географич.* 1997. № 6. С. 8–15.
10. Савенко В.С. Геохимические аспекты устойчивого развития. М.: ГЕОС, 2003. 180 с.
11. Шварц С.С. Проблемы экологии человека // *Вестник АН СССР*. 1976. № 12. С. 80–88.
12. Моисеев Н.Н. Современное естествознание и проблема взаимодействия природы и общества // *Энергия: экономика, техника, экология*. 1997. № 12. С. 12–17.
13. Моисеев Н.Н. Экология и ноосфера // *Экология и жизнь*. 1999. № 3. С. 10.
14. Моисеев Н.Н. Проблема соответствия действий человека общим законам развития биосферы // *Вестник экологического образования в России*. 2000. № 1. С. 3–5.
15. Ронов А.Б. Осадочная оболочка Земли. М.: Наука. 1980. 79 с.

Савенко Виталий Савельевич. Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия. Ведущий научный сотрудник, профессор. Доктор геолого-минералогических наук. Количество печатных работ: 350 (в т.ч. 12 монографий). Область научных интересов: экологическая геохимия как предмет, изучающий фундаментальные законы управления коэволюционным развитием природы и общества; физико-химическое моделирование геохимических и биогеохимических процессов; геохимия природных вод. E-mail: Alla_Savenko@rambler.ru

Fundamental principles of conception of coevolutionary sustainable development

V. S. Savenko¹

¹ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract. The modern systemic eco-economic crisis is caused by openness of production cycles. The nature-compatible economics is possible only on the basis of well-balanced technogenic cycles of matter. Coevolutionary strategy of development supposes the biosphere evolution without achievement of bifurcation points.

Keywords: *coevolution, sustainable development, global ecological crisis, nature-compatible technologies.*

DOI: 10.14357/20790279180212

References

1. Vernadsky V.I. 1976. Neskol'ko slov o noosfere [Some words about the noosphere]. V.I. Vernadsky. Himicheskoe stroenie biosfery Zemli i ee okruzheniya [V.I. Vernadsky. Chemical structure of biosphere of the Earth and its environment]. Moscow: Nauka. 298–305.
2. Gorshkov V.G. 1995. Fizicheskie i biologicheskie osnovy ustojchivosti zhizni [Physical and biological bases of the life stability]. Moscow: VINITI. 470 p.
3. Arsky Ju.M., Danilov-Danil'jan V.I., Zalihanov M.Ch. et al. 1997. Ekologicheskie problemy: chto proishodit, kto vinovat i chto delat'? [Environmental problems: that occurs, who is guilty and what to do?]. Moscow: MNEPU Publ. 330 p.
4. Golubev G.N. 1999. Geoekologija [Geoecology]. Moscow: GEOS. 338 p.
5. Kondrat'ev K.Ya., Losev K.S., Ananicheva M.D., and Chesnokova I.V. 2003. Estestvennonauchnye osnovy ustojchivosti zhizni [Natural-science bases of life sustainability]. Moscow: TzS AGO. 240 p.
6. Vernadsky V.I. 1987. Himicheskoe stroenie biosfery Zemli i ee okruzheniya [Chemical structure of biosphere of the Earth and its environment]. Moscow: Nauka. 339 p.
7. Daly H. 1990. Toward some operational principles of sustainable development. *Ecological Economics*. 2(1): 1–6.
8. Rozenberg G.S., Gelashvili D.B., and Krasnoshhekov G.P. 1996. Krutye stupeni perehoda k ustojchivomu razvitiju [Abrupt steps of transition to sustainable development]. *Vestnik RAN [Bulletin of RAS]* 66(5): 436–440.

9. Kotlyakov V.M., Glazovsky N.F., and Rudenko L.G. 1997. Geograficheskie podhody k probleme ustojchivogo razvitija [Geographical approaches to the problem of sustainable development]. *Izvestija RAN. Ser. geografich.* [Proceedings of RAS. Ser. geogr.] (6): 8–15.
10. Savenko V.S. 2003. Geohimicheskie aspekty ustojchivogo razvitija [Geochemical aspects of sustainable development]. Moscow: GEOS. 180 p.
11. Shvartz S.S. 1976. Problemy jekologii cheloveka [Problems of the human ecology]. *Vestnik AN SSSR* [Bulletin of AS of USSR] (12): 80–88.
12. Moiseev N.N. 1997. Sovremennoe estestvoznanie i problema vzaimodejstvija prirody i obshhestva [Modern natural sciences and problem of the nature and society interaction]. *Energija: ekonomika, tehnika, ekologija* [Energy: economy, engineering, ecology] (12): 12–17.
13. Moiseev N.N. 1999. Ekologija i noosfera [Ecology and noosphere]. *Ekologija i zhizn'* [Ecology and life] (3): 10.
14. Moiseev N.N. 2000. Problema sootvetstvija dejstvij cheloveka obshhim zakonam razvitija biosfery [Problem of conformity of human activity to the general laws of biosphere development]. *Vestnik ekologicheskogo obrazovanija v Rossii* [Bulletin of ecological education in Russia] (1): 3–5.
15. Ronov A.B. 1980. Osadochnaja obolochka Zemli [Sedimentary cover of the Earth]. Moscow: Nauka. 79 p.

Savenko V.S. Professor, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia. 119991 Leninskiye Gory, Moscow, Russia. E-mail: Alla_Savenko@rambler.ru