





Новая наука

Р.Е. Ровинский

Кризисный этап в развитии биосферы и человечества

Биосфера Земли прошла сложный путь направленного развития, кульминацией которого стало появление в ней Человека, носителя Разума. Возникшее социальное сообщество людей, неотъемлемой составной части биосферы, в ходе своего развития овладело трудовыми навыками и создало систему коллективного приобретения знания – науку. Это обеспечило человечеству господствующее положение в биосфере и возможность освоения практически всей поверхности планеты. Но неконтролируемая природообразующая деятельность человеческого сообщества со временем стала оказывать нарастающее давление на биосферу. Пик давления был достигнут, когда биосфера оказалась неспособной своими силами устранять вредные последствия бурной сельскохозяйственной и промышленной деятельности людей, которые до сих пор не научились считаться с тем, что составные части биосферы – животный, растительный миры и мир микроорганизмов вместе со средой их обитания – теснейшим образом взаимосвязаны. Стремление любой ценой использовать природные ресур-

сы планеты в своих интересах, не умея при этом предусмотреть последствий таких действий, приводит к разрушению дикой природы, к возникновению парникового эффекта, способного со временем превратить Землю в подобие Венеры, к быстрому исчерпанию энергетических ресурсов и полезных ископаемых, без которых современная цивилизация существовать не сможет. А разобщенность человечества, антагонистические отношения между различными его частями в условиях овладения самыми разрушительными и токсичными средствами, которые могут быть использованы в междоусобных конфликтах, ставят под угрозу существование как биосферы, так и человечества. Результат наглядно виден сегодня: биосфера и человечество вступили в этап тяжелейшего кризиса в своем развитии. Каким в такой ситуации может быть выход из кризиса? Научный подход к поиску ответа на поставленный вопрос заключен в новом междисциплинарном направлении, названном синергетикой.

Связь развивающихся сложных систем с синергетикой

Новое научное направление возникло в 70-х годах XX века, поскольку к этому времени назрела настоятельная необходимость с единых позиций заняться исследованиями процессов образования, поддержания и распада структур в развивающихся системах, природа которых изучается в различных научных дисциплинах. Особое значение придавалось изучению самоорганизации материи. Под самоорганизацией понимается изначально проявляющаяся способность материи реализовать созидательную деятельность, ведущую к появлению нового в Мире. Утверждение о существовании в природе созидательных процессов высказывалось задолго до указанного открытия, но теперь удалось понять механизмы, действие которых обеспечивает способность материи осуществлять такие процессы. Открытием стало то обстоятельство, что разнообразные механизмы перехода систем в качественно новые состояния с более высоким уровнем упорядоченности, чем в исходном положении, имеют в своей основе возникновение коллективных когерентных взаимодействий всех элементов, входящих в состав конкретной системы, независимо от природы этих элементов. Ничего подобного ранее наука

не знала. Такие механизмы и объединяются в понятие самоорганизации¹.

В рамках нового научного направления остается много нерешенных проблем. До сих пор не создана завершенная единая теория протекания переходных процессов, переводящих в критических ситуациях развивающиеся системы в качественно новые состояния. В данной статье не ставится задача обсуждать спорные проблемы синергетики. Важно то, что, несмотря на свою незавершенность, эта наука установила общие представления о протекании переходных процессов на кризисных этапах развития систем. Для обсуждаемой темы важно понять связь синергетики с концепцией развития сложных систем, на что, в частности, было обращено внимание в моей работе «Развивающаяся Вселенная»². При рассмотрении процесса выхода развивающейся системы из кризисного этапа возникает убеждение, что присутствие в системе разума в принципе позволяет направить процесс на выход, благоприятный для человечества. Но решающая роль принадлежит необходимому расширению сознания людей и становлению космического мышления, развитию общечеловеческого сотрудничества как необходимого условия преодоления возникших проблем.

В изучаемых синергетикой проблемах нам предстоит обсудить определяющую роль процессов развития сложных систем. В их развитии различают два этапа. Первый этап характеризуется *квазистационарностью* – на всем его протяжении не происходят принципиальные качественные изменения в состоянии системы. Эволюционные процессы жестко детерминированы, будущие состояния предсказуемы, если выявлена общая тенденция развития. Однако пребывание системы в квазистационарном состоянии требует протекания определенных внутренних и внешних взаимодействий, позволяющих системе устойчиво сохранять внутреннее равновесие при ее неравновесности с окружающей средой. Для биологических систем такие взаимодействия называют гомеостазом³. В случае развивающихся неорганических систем внутреннее равновесие поддерживается либо постоянной выработкой энергии внутри системы, либо постоянным притоком необходимой энергии извне. Примером первого случая служит стационарная звезда, устойчиво сохраняющая внутреннее равновесие благодаря протеканию ядерных реакций, сопровождающихся выделением необходимого количества энер-

¹ Данилов Ю.А., Кадомцев Б.Б. Что такое синергетика. М., 1983; Пригожий И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М.: Эдиториал УРСС, 2001. 3-е изд.

² Ровинский Р.Е. Развивающаяся Вселенная. М., 2007.

³ Гомеостаз, от *homoios* – подобный и *stasis* – стояние, неподвижность (*греч.*), – совокупность скоординированных реакций, обеспечивающих поддержание или восстановление константности внутренней среды организма.

гии. Один из многочисленных примеров второго случая – лазер, стационарно испускающий высокоорганизованное оптическое излучение при постоянной его накачке энергией от внешнего источника питания.

Но под влиянием внешних воздействий или в результате развития внутренних противоречий квазистационарное состояние рано или поздно заканчивается, в развитии системы наступает новый этап, характеризуемый нарушением внутреннего равновесия и потерей устойчивости. Из такого кризисного состояния необходим выход в одно из возможных качественно новых устойчивых состояний. Параметры системы, при которых возникает кризис, называют *критической точкой развития*. На кризисном этапе развития системы заканчивается однозначный эволюционный путь, характерный для ее предыдущего квазистационарного этапа. Возникает несколько ветвей потенциально возможных продолжений развития после выхода из кризиса. Количество возможных переходов определяется особенностями развивающейся системы и условиями ее взаимодействия с внешней средой. «Выбор» возможной устойчивой ветви определяет случайный фактор. На критическом этапе возникает множество флуктуаций, одна из которых способна случайно подтолкнуть систему к выходу в одно из потенциально возможных устойчивых состояний, откуда начинается следующий квазистационарный этап развития, определенный таким переходом. Неоднозначность выхода системы из кризиса исключает возможность точного предсказания будущего пути ее развития на основании тенденций, наблюдавшихся на предшествовавшем квазистационарном этапе⁴.

Кризисный этап развития завершается переходом системы в качественно новое состояние одним из двух способов: либо деструктивным путем, разрушающим упорядоченную систему, либо конструктивным путем перехода в устойчивое состояние с более высоким уровнем организации, чем в предшествующем квазистационарном состоянии. В случае сложных систем на кризисном этапе развития решающее значение имеет их *открытость*, взаимодействие с внешней средой, откуда поступает энергия и/или вещество, обеспечивающие выход из состояния кризиса. Из классической термодинамики известно, что при отсутствии такого взаимодействия (изолированные системы) любые процессы преобразования одних видов энергии в другие, сопровождаемые совер-

шением работы, завершаются необратимыми переходами части участвующей энергии в тепло, которое равномерно рассеивается внутри системы. Необратимые потери энергии приводят к увеличению *неупорядоченности*, численно характеризуемой увеличением энтропии. Так что в изолированных системах неизбежен исторический процесс производства энтропии вплоть до достижения ею максимального значения в состоянии термодинамического равновесия, которое является самым простым состоянием данной системы.

В открытой системе, попавшей в кризисную ситуацию, при наличии внешнего источника энергии осуществляется приток свежей энергии. Если величина поступающей энергии не превысит потерь энергии внутри системы, то выход из кризиса произойдет деструктивным путем, путем частичного или полного разрушения упорядоченного состояния системы. Деструктивный путь выхода из кризиса реализуется механизмами достижения равновесных состояний. Переход неравновесной системы в некоторое промежуточное равновесное состояние сопровождается ростом энтропии, что означает снижение уровня организованности. При деструктивном выходе из кризиса нередко наблюдается однозначность перехода. Например, после выработки в недрах звезды ядерного горючего катастрофический ее переход в качественно новое состояние однозначно определяется исходной массой звезды. В новом облике белого карлика или нейтронной звезды достигается неустойчивое состояние внутреннего равновесия при более низком уровне организованности, чем в исходном стационарном состоянии. Другой пример: любой многоклеточный организм, исчерпавший свои жизненные возможности, завершает жизненный путь летальным выходом из кризиса, достижением полного равновесия с окружающей средой.

Неожиданностью для ученых стало открытие конструктивного пути выхода системы из кризиса. Если механизм деструктивной тенденции развития заложен в стремлении систем к достижению равновесия, то самоорганизация предстает в качестве физической основы механизма созидания. Основное условие для проявления самоорганизации – поступающая извне энергия должна уверенно перекрывать протекающую в системе *диссипацию энергии*⁵. Это необходимое, но недостаточное условие для конструктивного выхода из кризиса. Далеко не все механизмы конструк-

⁴ Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. М.: Наука, 1997; Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Будущее и его горизонты: синергетическая методология в прогнозировании. Труды семинара. Т. 4. М.: МГУ, 2001. С. 5.

⁵ *Диссипация энергии* – переход части энергии упорядоченного процесса в физической системе в энергию неупорядоченного процесса, в конечном счете – в тепловую энергию.

тивного выхода систем из кризисного состояния изучены. Приведу три известных примера подобных механизмов.

Это гигантская коллективная флуктуация. Одним из примеров ее участия служит внезапное объединение миллиардов молекул, до этого участвовавших в хаотических взаимодействиях в вязкой жидкости, подогреваемой снизу до температуры, превышающей пороговое значение, в когерентный коллектив регулярных замкнутых потоков, образующих на внешней поверхности систему шестиугольных ячеек Бенара. Этот пример настолько часто приводится в литературе, что его считают классическим.

Иначе коллективный процесс самоорганизации протекает в квантовых приборах, называемых лазерами. На микроуровне среди возбужденных частиц создается искусственный процесс коллективного их перехода в состояние, при котором начинает господствовать вынужденное излучение. Тогда на определенной длине волны возникает хорошо организованное лазерное излучение, отличающееся от неорганизованного спонтанного излучения. Процесс поддерживается введением в активную среду особой формы энергии, называемой *накачкой лазера*.

У всех земных организмов протекает коллективный процесс направленного развития во времени. Такой процесс во всех случаях обеспечивается существованием генного аппарата, который располагается внутри самого организма и содержит необходимую информацию о его биологическом развитии и конкретный способ реализации такой информации. Кроме того, заложенная в геноме информация обеспечивает наследование признаков, присущих родительским организмам. Такой механизм дополняется совместно с ним протекающими процессами коллективных взаимодействий элементов. Например, у многоклеточных организмов протекают самоорганизующиеся процессы дифференциации клеток в зависимости от их пространственного расположения, что обеспечивает формирование конкретных органов в нужных местах организма.

Открытие существования в природе механизма, программно управляющего биологическим развитием земных организмов, создало преце-

дент, заставляющий науку серьезно отнестись к проблеме наблюдаемого в нашем мире направленного развития других сложных систем.

Проблема направленного развития сложных систем и пути выхода человечества из кризиса

Давно было замечено, что в природе наблюдаются процессы нарастания со временем сложности и упорядоченности развивающихся открытых неравновесных систем. Один из подобных примеров – появление на определенном этапе развития биосферы многоклеточных организмов, а в дальнейшем – возникновение постоянно протекающего среди таких организмов процесса *цефализации*⁶, приведшего к появлению на Земле разумного начала⁷. Такие наблюдения рождают представление о направленном развитии высокоорганизованных открытых систем. Процесс развития у таких систем – историческая эволюция, время от времени прерываемая кризисными этапами с выходом в качественно новые состояния, с более высоким уровнем сложности и организованности, чем на предшествовавшем квазистационарном этапе.

Признаки направленного исторического развития отмечаются у многих высокоорганизованных систем, составляющих разномасштабную иерархию структур Мегамира. Такие признаки рассматриваются, например, в моей книге «Развивающаяся Вселенная». Относительно хорошо понятым современной наукой примером исторически направленного развития служит процесс запрограммированного биологического развития. Он создает прецедент, допускающий в более сложных случаях, в которых обнаруживается исторически направленное развитие сложной системы, присутствие пока неизвестного науке механизма программного обеспечения.

Трудность понимания того, почему существует направленное развитие сложных систем, состоит в следующем. Сама по себе самоорганизация при подходящих условиях осуществляет единственный акт перехода системы в состояние с более высоким уровнем организованности, чем в исходном положении. Но направленный процесс

⁶ *Цефализация* – эволюционное увеличение отношения массы головного мозга к массе тела.

⁷ *Вернадский В.И.* Научная мысль как планетарное явление. М.: Наука, 1991; *Тейяр де Шарден П.* Феномен человека. М.: Наука, 1987.

развития состоит из последовательности взаимосвязанных одиночных актов усложнения. Сомнительна возможность объяснить согласованное существование таких одиночных актов случайностью. На приведенном выше примере программного развития земных организмов возникает понимание того, что необходимое согласование последовательных актов самоорганизации возможно при условии существования информации о будущих состояниях развивающейся системы. И такая информация должна присутствовать внутри самой системы.

Завершив краткое рассмотрение того, что синергетика вносит в понимание поведения исторически развивающейся системы, находящейся на кризисном этапе своего развития, попытаемся понять возможные пути выхода из такого состояния биосферы и человечества. Несомненно, что выход неоднозначен. Большинство возможных путей выхода неблагоприятны для человечества. Единственным благоприятным выходом предлагается считать переход биосферы в ноосферу. Под ноосферой понимается такое переустройство биосферы, при котором будет создано научное управление дальнейшим развитием биосферы и человечества, опирающееся не только на познанные законы развития этих систем, но и на их соответствия космическим законам развития нашего Мира, неотъемлемой составной частью которого мы являемся. Может ли человечество предотвратить случайный переход в состояние, неблагоприятное для его существования, или это не в его власти?

Оказывается, что присутствие в самоорганизующейся системе разума делает такое воздействие

в принципе возможным. Предотвратить сам переход, оставить все как было, человек не в силах. Но, приложив необходимые усилия, знания и волю, он может свести к минимуму или вовсе убрать неблагоприятные флуктуации, подталкивающие систему к нежелательному переходу. Так, запрещение и изъятие любого оружия массового уничтожения устраняет флуктуацию случайного или преднамеренного уничтожения жизни в ядерном, химическом или ином глобальном конфликте. Значительно труднее решить проблему с выявлением и устранением флуктуаций, ведущих к экологической катастрофе. Уверенно можно утверждать, что выявление и устранение подобных флуктуаций требует единства и сотрудничества человечества как монолитного целого. Это требование предполагает достижение человечеством высокого уровня развития коллективного разума. Пока же создается впечатление, что человечество не достигло в своем развитии осознания своей миссии в космическом плане. В этом убеждает все то, что происходит сегодня в нашем мире. Настала срочная необходимость понять, что земная жизнь и земной разум – это составная часть Космоса, среди прочего породившего и земную жизнь, и земной разум. Эта проблема подробно рассматривается в учении Живой Этики. О том, что собой представляет космическое мышление и каковы космические законы, можно прочитать в статье Людмилы Васильевны Шапошниковой⁸.

Людам необходимо понять место земной жизни и ее предназначение в эволюции Космоса, освоить космическое мышление и космические законы, обязательные к исполнению теми, кто не желает исчезнуть навсегда из Вселенной.

⁸ Шапошникова Л.В. Исторические и культурные особенности нового Космического мышления. Сб. Объединенного научного центра проблем космического мышления. М.: МЦР, 2005. С. 5–41.

