

Антропогенные механизмы поддержания устойчивости и прогноз социоприродного развития*

Конец тысячелетия и совпавший с ним глобальный цивилизационный кризис порождают настроения безысходности и предчувствие апокалипсиса. Между тем основания для умеренного оптимизма по поводу перспектив человечества есть, в их числе - растущее во всем мире осознание важности экологической проблематики.

Сам факт созыва "Конференции ООН по окружающей среде и развитию" (Рио-де-Жанейро, 1992) и особенно принятая на ней новая концепция развития цивилизации свидетельствуют о том, что современность - не "конец истории", как утверждает, например, Фукуяма [1], а наоборот - начало новой истории "устойчивого развития".

"Конец истории" в самом прямом смысле (как конец цивилизации и даже возможное исчезновение человека) предсказывают и многие экологи [2, 3]. По их мнению, это произойдет, если человечество не сократит в десять и более раз численность народонаселения на основе "гуманной" депопуляции, т.е. путем добровольного сознательного перехода к одноподетным семьям в мировом масштабе. Подобные представления уже подвергались критике в литературе; была показана утопичность надежд на "гуманную" депопуляцию [4, 5]. В связи с этим возрастает актуальность проблем устойчивости биосферы и возможности естественнонаучного прогноза социоприродного развития. Обсуждению указанных проблем и посвящена данная работа, опирающаяся на термодинамическую теорию эволюции открытых систем с сопряженными процессами [6].

Устойчива ли биосфера?

Под устойчивостью биосферы понимается ее способность функционировать при изменяющихся условиях внешней среды. Общеизвестно, что биосфера может существовать лишь в определенном диапазоне условий: климата, состава атмосферы и гидросферы и др. Поэтому самосохранение биосферы подразумевает ее способность стабилизировать внешнюю среду, уменьшать стороннее воздействие.

Биосфера является практически замкнутой системой (закрытой в отношении массообмена и открытой для энергообмена); в ней процессы синтеза органического вещества (фотосинтеза) и его разложения (биологического окисления) уравновешены

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований.

Голубев Владимир Степанович - доктор геолого-минералогических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Института литосферы РАН.

на длительных интервалах времени. Поэтому биосфера на этих интервалах является динамически равновесной системой¹.

Равновесная система описывается принципом устойчивости Ле-Шателье, согласно которому внешние воздействия на систему компенсируются внутренними процессами в ней. Вследствие такой компенсации изменения во внешней среде становятся менее интенсивными - среда относительно стабилизируется, а сама система сохраняется и продолжает функционировать. Данное явление может быть охарактеризовано и как отрицательная обратная связь.

Эволюция в равновесной биосфере, по всей вероятности, происходила с использованием механизма устойчивого развития. При этом процессы синтеза и разложения в системе уравновешены, поэтому она подчиняется принципу устойчивости Ле-Шателье. Прогресс же осуществляется на основе эволюционно наиболее продвинутого элемента, составляющего пренебрежимо малую часть от всей системы, и общее равновесие в системе не нарушается. Здесь вполне уместен термин "равновесный прогресс", по аналогии с "равновесным процессом" в термодинамике.

Согласно палеонтологическим данным "равновесный прогресс" биосферы изредка прерывался экологическими кризисами и катастрофами - массовыми отмираниями в биоте. Последние, как следует из теории биосферных ритмов [7], обусловлены "запаздывающей" реакцией биоты на внешние воздействия (в частности, на рост концентрации CO₂ в атмосфере - за счет вулканизма, подъема океанских глубинных вод, обогащенных CO₂, и других причин). "Равновесный прогресс" не в состоянии изолировать биосферу от глобальных возмущений.

Применительно к современной биосфере основное глобальное внешнее воздействие - это сжигание человеком ископаемого топлива и деградация почв при распашке земель, приводящие к росту концентрации CO₂ в атмосфере. При этом биота должна увеличивать поглощение CO₂ (если принцип Ле-Шателье к ней применим) с тем, чтобы уменьшить его рост в атмосфере, относительно стабилизировать среду.

К настоящему времени имеется ряд косвенных данных, свидетельствующих в пользу того, что биосфера ведет себя именно таким образом. Эксперименты в теплицах и фитотронах [8] показывают, что с ростом концентрации углекислого газа в атмосфере увеличивается биопродуктивность - живое вещество усиливает поглощение CO₂. Тем самым рост CO₂ в атмосфере замедляется. Аналогичные результаты предсказывают и математические модели биосферных процессов [9].

На сегодня прямых данных о нарушении принципа Ле-Шателье в современной биосфере нет. Наблюдаемый же в атмосфере рост концентрации CO₂ отнюдь не свидетельствует о том, что данный принцип перестал выполняться (как это утверждается в [2, 3]), ибо компенсация увеличения CO₂ в атмосфере в соответствии с принципом Ле-Шателье является лишь частичной².

Если бы биосфера действительно утратила устойчивость, то в ней нарушилась бы естественная зависимость между биопродукцией и концентрацией CO₂ в источнике, о которой говорилось выше. Но этого не происходит и не может происходить - деятельность человека не отвергает естественные законы. Поэтому посаженные человеком леса и сады не "опаснее пустыни", как это утверждается в работе [2]. Данное утверждение было бы справедливо, если бы по мере роста CO₂ в атмосфере искусственные посадки уменьшили его поглощение. На деле же, напротив, есть надежда именно через лесоводство, плодоводство, рыбоводство и другую экохозяйственную деятельность обеспечить устойчивость биосферы в будущем [10].

В принципе утрата устойчивости биосферы возможна, но по иным причинам. Это

¹ Речь идет, конечно, о **внутреннем** равновесии, сочетающемся с **устойчивым неравновесием** по отношению к физической среде.

² Парадоксально, но авторы сами приводят пример действия принципа Ле-Шателье как принципа частичной компенсации воздействия: экономический спад в России "частично компенсируется сокращением рождаемости, т.е. отрицательными обратными связями" [3, с. 315].

произойдет в том случае, если отрицательная обратная связь между биопродуктивностью и концентрацией углекислого газа исчезнет, и возникнет положительная обратная связь. Те же опыты в теплицах и фитотронах показывают, что При значительном увеличении концентрации углекислого газа (в несколько раз по сравнению с современной концентрацией в атмосфере) рост некоторых видов растений задерживается: их продуктивность уже не растет с увеличением CO_2 , а, наоборот, уменьшается [8].

Последнее означает, что после определенного уровня концентрации CO_2 поглощение его биотой начинает снижаться. В действие вступает положительная обратная связь, ведущая к ускорению роста CO_2 в атмосфере: с увеличением CO_2 уменьшается его поглощение биотой, что ведет к дополнительному увеличению CO_2 . В результате действия такого механизма концентрация CO_2 в атмосфере может достичь такой величины, когда биота в современных формах уже не способна существовать. Эта положительная обратная связь установлена также А. Тарко на основе математического моделирования биосферных процессов [9].

Поэтому рост CO_2 в атмосфере, начиная с определенного момента, оказывается негативным для современной биоты. И хотя в прошлом биота существовала при неизмеримо большей (на порядок и более) концентрации CO_2 в атмосфере [6,11], она была иной. Современная биота вряд ли сможет приспособиться к быстрому росту CO_2 в атмосфере. Поэтому в принципе глобальная экологическая катастрофа не исключена.

Все это, однако, отдаленная перспектива. За последние 150 лет концентрация CO_2 в атмосфере выросла лишь на 25%. В будущем человечество, несомненно, учтет данный фактор - изобретет новые технологии для стабилизации атмосферного CO_2 на оптимальном уровне.

Антропогенное воздействие на биосферу, естественно, не ограничивается ростом CO_2 в атмосфере. Вырубка лесов, уменьшение численности диких животных, истощение почв, сокращение биоразнообразия и другие негативные воздействия человека на природу привели к современному экологическому кризису. Термодинамический подход дает общее представление о причинах кризиса, его эволюционном содержании и путях выхода из него.

Становление человеческого общества, как и развитие биосферы, происходило с использованием механизма "равновесного прогресса": воздействие, оказываемое им на живую природу, было незначительным. Вместе с тем кризисы древних цивилизаций свидетельствовали, что "равновесный прогресс" локально нарушался. В настоящее же время это нарушение стало глобальным.

Действительно, по данным В. Горшкова [12], современный человек потребляет не менее 10% от общей продукции глобальной биоты (это количество уже не является пренебрежимо малым по сравнению с общей биопродукцией). Поэтому "равновесный прогресс" нарушился, и биосфера под влиянием антропогенной деятельности вышла из равновесного состояния, соответствующего доиндустриальному периоду человеческой истории (когда потребление биопродукции было на порядок меньшим). А это значит, что и сама цивилизация сошла с траектории устойчивого развития. В этом - суть современного глобального кризиса.

Вернуться на траекторию устойчивого развития означает остановить деградацию биосферы, зафиксировать ее новое равновесное состояние, оптимальное для человечества. Определить это равновесное состояние - главная задача современной экологии; не перейти через него - экологический императив человечества. Предложения же российских экологов [2, 3] - это, по существу, призыв возврата к доиндустриальному этапу социогенеза. Именно для этого надо сократить по меньшей мере в десять раз потребление биопродукции: тогда оно составило бы прежнюю малую часть (1%) от общей биопродукции. Но такое возможно, если во столько же раз будет сокращена и численность населения Земли!

Однако мечта о "золотом миллиарде" землян не только не осуществима практически [5] - она антигуманна и антинаучна по существу. Путь назад, к естественной

природе в мировом масштабе означал бы, что человек -ошибка природы, тупиковая ветвь ее эволюции. Этому противоречит вся совокупность данных по эволюции на Земле [6]. Глобальное сокращение численности народонаселения означало бы к тому же и обеднение генетического фонда человечества.

Ни у кого не вызывает сомнения необходимость стабилизации населения Земли, ибо стабилизация численности - естественный результат эволюции живых систем на Земле вообще. Но стабилизация на каком уровне? В литературе называются числа от нескольких миллионов до 8 миллиардов и более. Такой разброс показывает, что пока не существует удовлетворительных способов подсчета максимальной численности народонаселения, совместимой с равновесной биосферой.

К сожалению, обсуждение проблемы народонаселения не сопровождается анализом другой, важнейшей, сопряженной с ней проблемы - качества человека (редкие исключения - работы [5, 13] и некоторые другие). Качественные изменения человека, связанные с оптимизацией материальных и неограниченным ростом духовных потребностей, позволяют даже при существующем уровне материального производства намного снизить демографический пресс. Проблема ведь не столько в численности людей, сколько в направленности их деятельности, ее экологическом многообразии. Если деятельность нацелена лишь на личное обогащение, а значит, на разграбление природы, то никакая депопуляция не улучшит экологической ситуации.

Если же человек будет эволюционировать в направлении "Человека Творческого", творящего совместно с природой, то ресурсы природы станут преумножаться (через эхохозяйствование), и острота демографической ситуации исчезнет. Для этого необходимо, в частности, чтобы уровень компетентности правящей элиты соответствовал сложности современных глобальных проблем. Что происходит в противном случае - мы видим по сегодняшней ситуации в России.

Устойчивое развитие может быть реализовано не через глобальное сокращение численности населения, а иным способом, при котором социальный прогресс осуществляется на фоне антропогенно равновесной биосферы. Равновесное состояние поддерживается человеком на основе эхохозяйствования [10], основной принцип которого гласит: сколько человек берет у биосферы, столько ей и отдает. Тем самым будет осуществляться биосферная функция человека - поддержание устойчивости природных систем [14]. Известно, что естественные механизмы саморегуляции биосферы не смогли "уберечь" ее от экологических катастроф прошлого. Антропогенные механизмы поддержания устойчивости биосферы не исключают естественных механизмов; наоборот, последние должны быть активизированы путем сохранения ненарушенных экосистем. Последнее является одной из главных задач человечества (см. [2, 3]).

Прогноз социоприродного развития

Если допустить, что законы эволюции универсальны и повторяются на каждом витке эволюционной спирали, то человечеству предстоит пройти тот же эволюционный путь, который уже прошла биосфера. А это значит, что человечество преодолет глобальный экологический кризис (через катастрофу или "плавно", путем управляемого перехода) и вновь выйдет на траекторию устойчивости. Как уже указывалось, в интерпретации термодинамики [6] это означает прогресс антропосферы и равновесное состояние биосферы, поддерживаемое человеком на основе эхохозяйствования, а также функционирования ненарушенных экосистем - в том числе национальных парков, заповедников и др.

Теоретическое описание прогресса антропосферы основано на термодинамической теории эволюции открытых систем с сопряженными процессами [6], источник и приемник которых имеют ограниченную емкость. (В данном случае источник - невозобновимые природные ресурсы, а приемник - биосфера, куда поступают отходы антропогенной деятельности.)

Прогресс понимается в этой теории как рост "запаса устойчивости" систем по отношению к внешним воздействиям. При этом выделяются два типа развития - неэкологическое и экологическое. Неэкологическое развитие относится к случаю, когда прогресс осуществляется в основном на основе роста "материального богатства" (индивидуального и коллективного, в расчете на единицу массы системы), отложенного "про запас". Для биосферы неэкологическое развитие означает рост мортмассы (подстилки, торфа, гумуса) и массы древесины (в расчете на единицу массы биоты), а для общества - рост материальных благ в расчете на одного человека.

При экологическом же развитии прогресс реализуется главным образом путем роста качества субъекта системы (животных, человека) при совершенствовании нервной деятельности. Таков прогресс в животном царстве, причем один из основных механизмов здесь - этологический прогресс [14]. Механизмом экологического развития человечества является культурный прогресс на основе роста качества человека как работника и носителя нравственности. Рост качества субъекта в терминах термодинамики означает увеличение аккумулированной в нем свободной энергии, что тождественно росту у субъекта "полезной" информации, имеющей значение для его устойчивого функционирования - при изменяющихся условиях среды [15].

Неэкологическое развитие может быть экстенсивным и интенсивным. При экстенсивном развитии прогресс осуществляется на основе роста потока энергии, потребляемого системой. При интенсивном - растет КПД сопряженного процесса функционирования системы или уменьшения удельных энергозатрат (для антропосферы - энергозатрат на единицу общественного продукта).

Теоретическим путем был выведен ряд устойчивых тенденций социоприродной эволюции; в их числе - закон перехода от экстенсивного к интенсивному развитию и закон перехода от интенсивного к экологическому развитию. Указанные законы применительно к антропосфере формулируются в [6, 14, 15].

При наличии ограничений на прирост энергии необходимым условием реализации прогресса является переход от экстенсивного к интенсивному развитию.

При наличии предела росту материального богатства необходимым условием реализации прогресса является переход от интенсивного к экологическому развитию.

Сегодняшнее состояние человечества - переход от экстенсивного к интенсивному развитию [6]. О необходимости перехода свидетельствует все усиливающееся загрязнение окружающей среды. В развитых странах данный переход уже совершился - там, начиная с 70-х годов, наблюдается постепенное уменьшение энергозатрат на единицу продукта (энергоёмкости национального дохода). Таким образом, один из теоретически выведенных законов развития уже подтвержден практикой человеческой деятельности.

Интенсивное развитие является переходным от экстенсивного к экологическому развитию, когда действующий критерий прогресса - рост материального богатства в расчете на одного человека - вследствие ограниченности природных ресурсов постепенно снимается, замещаясь критерием роста качества индивида. Экологическое развитие способно обеспечить неограниченно долгое существование человека в антропогенно равновесной биосфере, отвечая тем самым основному требованию устойчивого развития [14].

До последнего времени история цивилизации в целом была историей стихийного развития - безраздельного "господства" энергетического (термодинамического) критерия прогресса. Последний заключается в аккумулировании энергии рассеяния - росте удельной свободной энергии систем [6]. Социальные системы аккумулировали, в согласии с этим критерием, энергию труда основной массы людей, что стало причиной появления классов и эксплуатации.

Классовое неравенство, со всеми вытекающими последствиями, неизбежно и закономерно на начальном, неэкологическом этапе развития человечества. И лишь в XX веке, в связи с энергетическим изобилием, акцент начал смещаться с аккумуляцио-

вания энергии труда на аккумуляцию энергии естественных источников. Это привело к существенному смягчению классового противостояния в развитых странах.

Глобальный экологический кризис свидетельствует о том, что человечество уже приближается к пределу возможного использования энергии. Это означает близость конца эпохи стихийного развития - эпохи эволюции, описываемой термодинамическим критерием прогресса. Устойчивое развитие предполагает коренное изменение мировоззренческих установок, приоритетов, идеалов [16]. Новые антропоцентрические критерии прогресса будут вырабатываться разумом человека и сознательно (управляемо) утверждаться в человеческом обществе.

Человечество уже немало сделало в направлении выработки механизмов снятия энергетического и утверждения антропоцентрических критериев прогресса. Главные из уже действующих механизмов - система налогов и социальная политика государства, перераспределяющая богатство и способствующая росту качества человека. Особое значение имеет культурный капитал человечества, вся совокупность знаний, используя которые, удастся перейти на устойчивое развитие. Сюда же относятся благотворительность, системы фондов, международные программы содействия развивающимся странам и многие другие механизмы.

Неразвитость такого рода механизмов, неспособность богатых поделиться с бедными и т.п. послужили одной из главных причин ужесточения классового противостояния в России, приведшего к русской революции. Последняя явилась масштабным социальным экспериментом по снятию критериев стихийного (либерального) развития и попыткой утверждения новых критериев управляемого развития. В этом - ее устремленность в будущее, ибо наивный принцип либерального развития (общее благо автоматически складывается из частных благ) человечество уже давно переросло.

Проблема качества человека весьма сложна и пока слабо разработана. С позиций термодинамической теории эволюции качество человека выражается в успешности выполнения им биосферной функции - поддержания устойчивости природных систем. При эволюционном (некатастрофическом) сценарии развития рост качества человека будет происходить через снятие энергетического и утверждение антропоцентрических критериев прогресса. Богатство постепенно перестанет быть отклонением от нормы. Появятся новые, пока еще не отработанные механизмы, с помощью которых богатые (страны, народы, индивиды) будут делиться с бедными. Быть просто богатым, без добровольного, осознанного выполнения социальной функции богатства — роста качества человека - станет, вероятно, сначала непрестижным, а потом безнравственным.

Тенденции движения в этом направлении уже имеются. Один из ярких примеров - деятельность международных фондов по поддержке российской науки. Одновременно в развитых странах наблюдается тенденция падения престижа материального обогащения и обладания теми или иными вещами: люди перестают носить изделия из натурального меха, добровольно отказываются от ежедневного пользования автомобилем, становятся более умеренными в питании; растет престиж семьи и т.п. [17].

Один из аспектов социальной нравственности определяется взаимоотношением человека с природой: нравственно то, что способствует выполнению человеком биосферной функции; безнравственно то, что этому противоречит. Другой аспект касается отношений между людьми. Многие компоненты нравственности выработаны веками развития и входят составной частью в мировые религии. Умеренность в присвоении и использовании материальных благ, вплоть до неприятия богатства, милосердие, доброта, справедливость и прочие религиозные установки приобретают в свете изложенного своего рода научное обоснование - они отвечают закону перехода от неэкологического к экологическому развитию путем снятия энергетического критерия прогресса и утверждения критерия роста качества человека.

Главные механизмы роста качества человека еще только предстоит выработать. Природа в течение миллионов лет накапливала "материальное богатство" - невозобновимые ресурсы, - не умея ими воспользоваться. Чтобы использовать накопленное богатство для роста "запаса устойчивости" биосферы, отойти от стихийного развития.

Природа выдвинула человека. Точно так же человечество, по большей части бессознательно, накапливало свой культурный капитал, откладывая его "про запас". Этот капитал по-настоящему еще не востребован. Придет новый человек эпохи экологического развития, "Человек Творческий", который найдет способ "пустить в оборот" этот капитал культуры.

Переход на устойчивое развитие будет сопровождаться постепенным снятием мировоззренческих установок неэкологического развития и становлением новых. Это будет движение от антропоцентризма к биоцентризму, от парадигмы конкурентного взаимодействия к парадигме устойчивого развития, от экономики к человеку, от естественной науки без человека к этике прогресса [14-17].

С термодинамической точки зрения, устойчивое развитие есть прогрессивное развитие, происходящее с ростом "запаса устойчивости" человека по отношению к внешним воздействиям. Оно должно быть поддерживающим, самоорганизующимся снизу и управляемым сверху, социоприродным, предсказуемым.

Человек не вмешивается во внутренние механизмы функционирования природных и социальных систем (биоразнообразие, рынок), но зато использует внешние механизмы поддержания и роста "запаса устойчивости" социоприродных систем. Управление основывается на законах развития этих систем, при этом максимально задействовано свойство их самоорганизации (социальное творчество масс). Обществу предлагается естественный путь развития, но на более высоком витке эволюционной спирали, где человек реализует свой специфический адаптивный механизм - способность к предвидению будущего. Предсказательная функция осуществляется через знание и практическое использование общих законов развития социоприродных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вопросы философии. 1990. № 3.
2. Лосев К.С., Горшков В.Г., Кондратьев К.Я. и др. Проблемы экологии России. М., 1993.
3. Арский Ю.М., Данилов-Данильян В.И., Залиханов М.Ч. и др. Экологические проблемы: что происходит, кто виноват и что делать? М., 1997.
4. Вестник РАН. 1994. № 12. С. 1134-1136.
5. Назаретян А.П. Демографическая утопия устойчивого развития // Общественные науки и современность. 1996. № 2.
6. Голубев В.С. Модель эволюции геосфер. М., 1990.
7. Бабенко Ю.И., Голубев В.С., Малиновский Ю.М. Кинетическая теория биосферных ритмов // Доклады АН СССР. 1991. Т. 319. № 4.
8. Лархер В. Экология растений. М., 1978.
9. Тарко А.М. Устойчивость биосферных процессов и принцип Ле-Шателье // Доклады РАН. 1995. Т. 343. № 3.
10. Голубев В.С. Экохозяйство - путь России к устойчивому развитию // Аграрная наука. 1995. № 5.
11. Бudyко М.И., Ронов А.Б., Янишин А.Л. История атмосферы. Л., 1985.
12. Горшков В.Г. Структура биосферных потоков // Ботанический журнал. 1980. Т. 65. № 11.
13. Хайек Ф.А. Пагубная самонадеянность. Ошибки социализма. М., 1992.
14. Голубев В.С. Социоэволюционная концепция устойчивого развития. М., 1994.
15. Голубев В.С., Шаповалова Н.С. Человек в биосфере. М., 1995.
16. Голубев В.С., Савченко П.В. Социоприродная основа устойчивого развития // Экономист. 1996. № 8.
17. Toffler A. The Third Wave. New York, 1980.

© В. Голубев, 1997