

Глава I. КРИЗИСЫ В ЭВОЛЮЦИИ ЗВЕЗД

"Лишь солнце своим сияющим светом дарит жизнь"

надпись на храме Дианы в Эфесе

Взгляд в просторы Космоса ежегодно, ежемесячно, чуть ли не ежедневно приносит информацию о происходящих изменениях. Среди них заметное место занимают события, имеющие ярко выраженный кризисный, даже катастрофический характер: вспышки и угасания, взрывы сверхновых звезд. Еще больше, чем прямое наблюдение, дают для наших представлений о космической среде математические эксперименты на моделях, для которых не служат препятствием ни космические расстояния, ни сроки космической эволюции. Многие выводы, полученные с помощью компьютеров, впоследствии находят прямое или, чаще, косвенное подтверждение в астрономических наблюдениях, хотя и далеко не все. Это означает, что и сведения о звездных кризисах, коротко изложенные ниже, - это не забытые факты, а скорее сегодняшние представления о поворотных точках в звездной эволюции. При этом современная космофизика напоминает позолоченный купол церкви, опирающийся на многотонное сооружение церковного здания. Здание - это классическая и квантовая физика, теория относительности и даже некоторые построения, пытающиеся выйти за пределы парадигмы Альберта Эйнштейна.

Может показаться, что модели, конструкции, созданные человеческим умом, не могут быть надежным основанием исследования кризисов в отдаленных частях мира. Системы научных представлений, оформленных в виде моделей, на памяти немногих поколений ученых опровергались, дополнялись, расширялись до неузнаваемости. Не рассыплются ли при очередной смене и наши выводы о характере критических фаз в звездной эволюции? Да, возможно, так и будет. Но у нас нет другой возможности сказать что-либо определенное о критических фазах в эволюции звезд. В свою очередь, недолговечность моделей больших опасений не внушает. В той мере, в какой мы привыкли доверять выводам большой науки, существует интуитивная уверенность, что основные ее обобщения, несмотря ни на что, сохраняют свою значимость. Поскольку задача предпринятого исследования заключается не столько в описании особенностей конкретных событий в биографии звезд, сколько в выявлении общего характера, типов, закономерностей возникновения и рассасывания кризисных ситуаций, можно рассчитывать на устойчивость заключений, опирающихся на существующий сегодня научный фундамент. Материал для настоящего обзора взят нами главным образом из работ академика Я.Б. Зельдовича и его учеников.

Траектории эволюции звездных тел достаточно разнообразны. Различия могут быть обусловлены массой небесного объекта и некоторыми другими обстоятельствами, не всегда достаточно очевидными. Проследить здесь все возможные варианты нет возможности, нет и большой надобности. Достаточно богатый материал о критических фазах развития можно получить, если ограничиться звездами с массой, близкой к солнечной: $M = 1M$, которые входят в группу долгоживущих и, вдобавок, непосредственно касаются нас, жителей Земли. Экзотические образования, такие, как пульсирующие звезды, квазары, двойные и кратные звезды, темные радиоисточники, а также звезды-гиганты и звезды-карлики, сферически несимметричные и вращающиеся газопылевые облака, мы оставим без внимания.

Масса звезды, пока она не пережила взрыв как сверхновая, определяется начальной массой скопления межзвездного газа и пыли.

МЕЖЗВЕЗДНОЕ ОБЛАКО. ПРОТОЗВЕЗДА

Жизненный путь звезд, светящихся газовых скоплений вещества, представляет собой законченный цикл - рождение, рост, период относительно спокойной активности, агония, смерть, напоминающий жизненный путь отдельного организма. В некоторых случаях можно говорить об оставленном звездами "потомстве", о последовательных поколениях звезд. Путь этот не гладок. Он естественным образом разбивается на стадии и подстадии, часто не менее резко разграниченные, чем этапы, переживаемые животным или человеком в течение жизни. Современная физика настойчиво внушает мысль о квантованности вещества и поля как фундаментальном принципе строения мира. С этим связано представление о пороговом характере связей в материальных системах. На микро-, мезо- и макроуровнях происходит одно и то же: постепенное увеличение (где оно возможно) числового значения какого-либо существенного параметра системы рано или поздно подводит ее к пороговой величине. За порогом меняются свойства или набор элементов системы, структура связей, а главное - программа развития. Этот переход к качественно новой системе отвечает нашему определению критической фазы эволюции.

История отдельной звезды начинается с концентрации межзвездного газопылевого облака.

В состав межзвездного вещества входят сформировавшийся после Большого Взрыва ионизированный газ, включающий в себя электроны, нуклоны, атомы, электромагнитное излучение, потоки нейтрино и др. С расширением Вселенной температура вещества падает и по достижении пороговых значений в 3-3,5 тыс. Кельвинов вещество вступает в критическую фазу (Зельдович, 1983). Начинается образование нейтральных молекул водорода. В отличие от ионного газа эта субстанция почти прозрачна для электромагнитного излучения. Пока излучение задерживалось частицами газа, его давление оказывало противодействие силам

гравитационного сжатия, система поддерживала свое равновесие. Начиная с этого поворотного момента достаточно крупные отклонения плотности межзвездного вещества от среднего (скопления) становятся заправкой самоусиливающегося процесса концентрации молекул и их агрегатов. Возникают такие элементы структуры Вселенной, как "струны", "блины", скопления галактик, галактики. В их пределах происходит рождение звезд.

АККРЕЦИЯ

Кризис (фаза 0-1к) (Принята двойная нумерация этапов звездной эволюции: 0, I, II, III, IV, V, VI - основные фазы эволюции, арабскими цифрами обозначены фазы второго порядка. Каждая фаза I и II порядка складывается из кризисной подфазы (к) и следующей за ней подфазы гладкого межкризисного развития (г)). Флуктуации плотности межзвездного вещества могут привести к переходу газопылевого облака через следующий порог. В некоторых случаях флуктуации могут быть результатом взрыва сверхновой звезды, но это не единственная возможная причина. Порог определяется соотношением массы сгустка M , его начального радиуса R и температуры (Бисноватый-Коган, 1989).

Возникает гравитационная неустойчивость облака. Система из равновесного скопления атомов водорода и некоторых других элементов, а также частиц льда, кремнезема и др. превращается в сжимающееся сгущение. Переходная, кризисная стадия развития завершается фазой устойчивого движения вещества облака к общему центру притяжения (фаза 1-1г). Длится она недолго: от нескольких до сотен лет. За это время радиус скопления уменьшается от 10^{16} - 10^{17} радиусов Солнца до десятков радиусов, плотность увеличивается от 10^{-16} - 10^{-19} г/см³ до 10^{-4} - 10^0 г/см³. Одновременно повышается температура вещества от исходной равновесной 3 - 10 К до критического уровня 1900 К, прежде всего в центре скопления. Падение достигает скорости звука, при этом сохраняется адиабатическое равновесие между температурой, объемом и давлением газа. Устойчивость концентрационного процесса, аккреции, поддерживается механизмом самоусиления, в котором положительной обратной связью соединены переменный (уменьшающийся) радиус газопылевого облака и гравитационный потенциал, растущий пропорционально минус первой степени радиуса. Однажды начавшись, процесс идет с ускорением, по схеме развития диссипативной структуры (Пригожин, Стенгерс, 1986). Избыток потенциальной энергии превращается в кинетическую и тепловую, и с такой же неуклонностью создается из хаотического скопления молекул и частиц упорядоченная система звездного тела.

Аккреционный процесс не может продолжаться долго. Несмотря на мощный механизм самоусиления, динамическая система в себе самой несет микроб противодействия этому состоянию. Нагревание газа приводит к образованию сферы, в которой давление газа начинает уравновешивать силы притяжения. В центре скопления обособляется плотное ядро, отделенное от падающего на него вещества фронтом ударной волны. Ядро быстро увеличивается в размере, температура и давление в нем продолжают нарастать, но при этом сохраняется равновесие гравитационных сил и противоположно направленного давления нагретого газа. Система все больше переходит к статике. Казалось бы, аккреция достигает таким образом своего завершения, система должна успокоиться, но рост температуры подводит будущую звезду (новое солнце) к новому порогу. Следующий кризис (фаза 1-1к) обязан своим происхождением переломной точке на кривой роста температур. Когда газ в ядре протозвезды достигает 1900 К, начинается диссоциация молекул водорода. Происходит запасаение потенциальной молекулярной энергии. Молекулы теряют свои электронные "шубы", в результате прекращается электростатическое отталкивание молекул и механизм сопротивления сжатию "отказывает". Тепловые взаимодействия ослабевают, их замещают магнитные. Повышение температуры сопровождается не увеличением давления, а, наоборот, падением. Освобожденное от внутреннего давления вещество получает новый импульс к продолжению движения к центру тяжести.

Устойчивость развития второй фазы сжатия звезды (1-2г) поддерживается новой обратной положительной связью: переход температурного порога > диссоциация водорода > уменьшение давления в ядре > ускорение сжатия > повышение температуры > диффузия тепла в окружающие слои и т.д. Тонкая сфера, в которой происходит распад молекулярного водорода на протоны и электроны, увеличивается в диаметре, захватывая все новые объемы вещества. На этой стадии протозвезда уже имеет сложное многослойное строение. Плотное протонное ядро в центре окружено оболочкой из молекулярного водорода, не достигшего критической температуры 1900 К. За фронтом ударной волны располагается сфера разгрузки, свободная от пыли и газа, а за ней - втянутое в аккрецию непрозрачное облако межзвездного вещества. Плотность в ионизированном центре ядра возрастает против плотности в молекулярном водороде на 4-5 порядков.

В астрофизических моделях образования звезд принимается, что масса исходного газопылевого облака не меняется в ходе превращения его в звезду. Как уже отмечалось, в настоящем обзоре рассматриваются образования, масса которых равна или немного превышает массу Солнца. Вещество облака расходуется, постепенно перекачиваясь в тело звезды. Этот процесс задает естественный предел фазам накопления массы протозвездой, фазам аккреции. Когда силы тяготения собирают газ и пыль в сферу, которая ведет себя как единая система, можно говорить о рождении звезды. Этот критический момент (фаза 1-2к) отмечен тем, что исчезает экран, непрозрачный для электромагнитных волн оптического диапазона. Возникает наружный слой, выбрасывающий в пространство энергию в широком диапазоне частот. Космическое семейство звезд, взаимодействующих посредством излучений, пополняется новорожденной звездой: 10(4)-10(6) лет проходит от начала аккреции до этого знаменательного момента.

СЖИМАЮЩАЯСЯ ЗВЕЗДА

В момент "подъема занавеса" звезда состоит из двух слоев. Внутренняя часть состоит из ядер водорода,

смешанных с электронным газом, внешняя оболочка - из молекулярного водорода. Ионизированное ядро увеличивает свою массу, поглощая вещество наружного слоя. Продолжается общее сжатие шара. Гравитационная энергия расходуется на нагревание газа, но тепловое равновесие поддерживается отводом избыточной энергии электромагнитным излучением. Устойчивость процесса гравитационного сжатия на этой стадии (фаза II-1г) обеспечивается тем, что происходящее сжатие "выгодно" в термодинамическом отношении. Процесс сопровождается ростом энтропии.

Вместе с тем продолжающееся развитие звезды понемногу "съедает" запас устойчивости. Начавшиеся реакции горения водорода и дейтерия (ядерный синтез) в теле звезды дают пока еще незначительный вклад в ее энергетику, но увеличивающееся в ходе синтеза содержание гелия ^3He снижает и без того ограниченную прозрачность газа. Затрудняется теплообмен с внешней поверхностью шара, температурный градиент растет и приближается к адиабатическому порогу. Тепловое равновесие поддерживается лишь до тех пор, пока производство энтропии увеличивается с удалением от центра. Как только температура и давление, определяющие производство энтропии, достигают критического порога, равновесие нарушается, звезда переживает новый катаклизм.

Физическое содержание перестройки, происходящей в этот момент (фаза II-1к), состоит в том, что диффузионный теплообмен, оказавшийся недостаточным, заменяется более мощным механизмом теплоотдачи с помощью конвекции. Конвекционное перемешивание, поддерживаемое положительной обратной связью, развивается лавинообразно. При градиентах выше критических каждый столб восходящего газа превращается в диссипативную структуру, отличающуюся способностью самопроизвольно усиливать процесс, все дальше уходя от равновесия. По мере подъема газа разница давлений в столбе и вне его растет, все ускоряя движение. Конвекция работает как "тепловой насос", откачивающий из центра избыточную энергию. В итоге восстанавливается равновесие в недрах звезды и некоторое время процесс продолжается в одном и том же режиме (фаза 2-2г). Совместное функционирование конвективного ядра и лучистого наружного слоя обеспечивает повышенную светимость (теплоотдачу) и квазиравновесное состояние "тепловой машины". Тем не менее разогревание ядра продолжается, чем поддерживается и даже усиливается конвективное перемешивание вещества. Рост давления в центральных частях светила тормозит процесс сжатия.

Гравитационный источник энергии все больше уступает место ядерным реакциям. На первых порах процесс синтеза преобразует главным образом ядра элементов, сохранившихся в межзвездном веществе от предыдущих поколений звезд: дейтерий ^2D , литий ^7Li , бериллий ^9Be , углерод ^{12}C , азот ^{14}N , кислород ^{16}O . Основное топливо звезды - протонный газ - используется на этой стадии слабо. Существующих температур и давлений недостаточно для преодоления частицами потенциального барьера. Водородный синтез идет в ограниченных размерах лишь благодаря так называемому туннельному эффекту. При температурах порядка $10(7)$ К барьер еще слишком высок для бурного прохождения реакции, но при $10(9)$ К он уже не может служить препятствием для горения водорода. Небесное тело переходит в новое качественное состояние.

Переломным моментом (фаза 2-2к) заканчивается период формирования светила, период протозвезды. На диаграмме Герцшпрунга-Рессела (рис. 1), где все звезды находят себе место в координатах спектр-светимость, новое солнце выходит на так называемую главную последовательность. Здесь собираются небесные тела в самом устойчивом из своих состояний, от момента перехода на ядерное топливо до его исчерпания. Как было сказано, ядерные реакции начинаются раньше, но перелом наступает, когда они начинают играть первую скрипку в энергетическом балансе системы. От начала аккреции до этого критического преобразования проходит около 5-10(7) лет. Ко времени перехода запас дейтерия, лития, бериллия, углерода в основном выгорает. Переход к более "калорийному" горючему увеличивает температуру и давление в ядре звезды, вследствие чего гравитационное давление уравнивается тепловым давлением газа, сжатие прекращается. Новое соотношение давлений и температур переводит систему диффузионного теплообмена в устойчивое состояние, конвективные процессы тормозятся в ядре, с чем связан некоторый спад светимости.

ГЛАВНАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ

Стационарное состояние звезд, проходящих свой путь на главной последовательности, не означает, что в них прекращаются направленные процессы развития. Горение водорода оставляет свои следы в структуре светила, подводя время от времени систему к критическим состояниям, за которыми следует более или менее радикальная трансформация программы эволюции. По крайней мере две фазы развития проходит звезда солнечной массы в течение периода главной последовательности.

Фаза спокойного развития (3-1г) характеризуется постепенным уменьшением содержания водорода и возрастанием содержания гелия в ядре. В недрах звезд рассматриваемого размера преобладает протон-протонная цепь реакций (Масевич, Тутуков, 1988).

Положительная обратная связь между температурой и скоростью реакции обеспечивает незатухающее протекание процесса, устойчивость которого поддерживается отрицательной обратной связью, ликвидирующей локальные отклонения в газовой среде:

Давление > Сжатие > Гравитационная энергия >
уменьшается усиливается превращается в тепловую

Этим обеспечивается тепловое и барическое равновесие в системе. Протекание стадий основной последовательности сопровождается некоторой потерей массы светила за счет волнового и корпускулярного излучения. Однако для звезд типа желтых карликов, к которым принадлежит и наше Солнце, эти потери незначительны. К критическому порогу подводит звезду другой процесс - выгорание водородного топлива в

ядре. Горение перемещается в более близкий к поверхности сферический слой, а в гелиевом ядре выравнивается и несколько понижается температура. Этот "бархатный" кризис (фаза 3-1к) совершается постепенно и не оказывает серьезного влияния ни на массу, ни на интенсивность или спектральный состав излучения. Усложняется лишь внутренняя структура звезды, но светило остается в пределах главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга-Рессела. Модельные расчеты датируют этот переход временем около 8-10(9) лет от начала гравитационного сжатия межзвездного облака, или около 5 млрд. лет с момента возникновения светила.

Следующая за этим кризисом фаза горения слоевого источника (3-2г) также проходит без нарушений равновесия. 90% энергии поставляет звезде водородный синтез, около 10% - ограниченное сжатие изотермического ядра. Из этого складывается солнечная радиация, обеспечивающая в данную секунду жизнь на планете Земля: наше Солнце проходит именно этот этап развития. Однако запущен и механизм, который со временем должен разрушить временную идилию. Этим механизмом оказываются постепенное расширение зоны горения водорода, перемещение ее в слои, все более близкие к поверхности светила. Как и в одном из предыдущих кризисов, переменной, первой достигающей пороговых значений, оказывается градиент давлений и вместе с ним градиент производства энтропии.

Существо очередного кризиса (фаза 3-2к) состоит в том, что градиент во внешнем водородном слое звезды становится больше адиабатического, и вновь основной перенос тепла начинает осуществляться с помощью конвекции. Это имеет для звезды далеко идущие последствия. Звезда сходит с главной последовательности (см. рис. 1), переходит на ветвь гигантов. Расчетное время кризиса - $1 \cdot 10^{10}$ лет от старта аккреции.

Светило, "взявшее на содержание" нашу планету с ее жизнью и цивилизацией, прошло большую часть пути до этого поворотного момента, но не менее 2 млрд. лет спокойного развития ему еще обеспечено.

КРАСНЫЙ ГИГАНТ

Конвективное перемешивание газа возникает в приповерхностном слое звезды и быстро распространяется в глубину. Строение светила снова усложняется. Теперь оно состоит из гелиевого ядра, тонкого слоя, где проходит ядерный синтез, сферы лучистого равновесия и внешней сферы конвективного равновесия. Но прежде, чем это равновесие достигается, происходит расширение звезды в десятки раз. На расширение затрачивается много энергии, поэтому температура поверхности снижается, хотя общее излучение с поверхности звезды значительно превышает излучение Солнца. Звезда вступает в стадию красного гиганта (фаза IV-Ir).

Устойчивость гиганта благодаря уравниванию производства тепла с лучистым и конвективным расходом энергии непрочна. Система в самой себе несет зародыш следующего возмущения. Роль биффордова шнура, отсчитывающего время до взрыва, играет нарастание массы гелиевого ядра звезды. В начале стадии красного гиганта оно составляет 0,001 массы светила. Когда масса достигает 0,1-0,15 от всего запаса вещества - предела Шенберга-Чандрасекара (Зельдович и др., 1981), равновесие в "отгоревшем" ядре нарушается. Включается процесс вырождения сжатого ядерного газа. Характерная черта этого процесса состоит в том, что повышение температуры почти не сопровождается повышением давления. В результате происходит "обвал" гелиевого ядра еще ближе к центру с дальнейшим увеличением плотности и температуры от $4 \cdot 10^7$ К до $(2-4) \cdot 10^8$ К. Критическая фаза (IV-1к) на этом не кончается. Цепочка событий передает эстафету гелиевому горючему, накопившемуся в центре звезды.

В массивных звездах реакция идет дальше, образуются еще более тяжелые элементы, но звезды солнечной массы на этом останавливаются. Хотя гелиевое горючее в 6 раз менее калорийно, чем водородное (на 1 г гелия приходится около 10^{18} эрг), тем не менее поток тепла из ядра резко возрастает. Система отведения тепла оказывается перегруженной, и происходит гелиевая вспышка красного гиганта, которая время от времени фиксируется сидящими у телескопов наблюдателями. Количество света, выбрасываемого в пространство во время вспышки, в 10 тыс. раз превышает светимость Солнца. Вспышка продолжается недолго, порядка 50 тыс. лет. Завершение кризиса, когда происходит резкий спад излучения, может занимать всего двое суток.

Переход к следующей фазе спокойного развития (IV-2г) - прямое следствие энергетической разрядки, которая происходит во время гелиевой вспышки. Она снимает вырождение вещества в центральных частях звезды. Горение гелия продолжается, но поступление и расход тепла уравниваются. Ядро светила снова расширяется и охлаждается до $12 \cdot 10^7$ К, в 10 раз уменьшается плотность вещества в центре, уменьшается и выброс лучистой энергии.

Следующая критическая фаза (IV-2к) подготавливается процессом расходования гелиевого горючего. Когда в центре запас его истощается, повторяется "бархатный" кризис, аналогичный кризису исчерпания запаса водорода. Начинает гореть слоевой источник, в реакцию вступает гелий, заполняющий сферу вокруг "умершего" ядра, состоящего преимущественно из углерода.

Фаза, в течение которой звезда питается из двух энергетических источников: внешнего слоя горения водорода и внутреннего слоя горения гелия, может проходить без конфликтов, но может прерываться неоднократными вспышками. Чем массивнее звезда, тем вспышек больше. Мы можем их рассматривать как кризисы третьего иерархического уровня. Движение к более крупной перестройке светила этими событиями не нарушается. Оно заключается в том, что два слоевых источника звездной энергии постепенно расходуют запас топлива, последовательно перемещаясь во внешние сферы. Запас устойчивости тепловой системы в фазе (IV-3г) определяется запасом водорода и гелия.

Последний кризис красного гиганта (фаза IV-3к) - это как бы предсмертный крик умирающей звезды. Когда концентрация водорода в звездной плазме снизится до 10^{-3} внутреннее давление перестает уравнивать

силы притяжения. Гравитационное равновесие в который раз нарушается, и происходит обрушение вещества к центру. Гравитационная энергия за короткий срок превращается в тепло. Выход наружу избытка энергии имеет характер взрыва. Мощный поток излучения отрывает от тела звезды и уносит в космическое пространство остатки внешней водородной оболочки. Возможно, это связано с недостаточной прозрачностью молекулярного водорода, который при этом испытывает большое световое давление. Потери вещества при сбросе звездной оболочки велики: 0,35-0,40 массы звезды переходит в планетарную туманность и обратно уже не возвращается. Весь процесс занимает около тысячи лет.

Этим кризисом завершается стадия красного гиганта, длящаяся около 360 млн лет ($10,56 \cdot 10^9$)- $10,87 \cdot 10^9$ лет от аккреционного старта).

БЕЛЫЙ КАРЛИК

Фаза белого карлика — это постепенное затухание всех процессов в недрах умирающей звезды (V-Ir). Остаток звезды, ее бывшее гелиевое ядро, в начале своего последнего пути еще ярко светится. Поток радиации дает выход энергии из трех источников: вносят свой вклад остатки водородного топлива, в излучение переходит последняя гравитационная энергия и теряется накопленный в веществе запас тепла. По мере остывания напряженность радиации падает. Радиус звезды уменьшается до 700 км, или 0,001 радиуса Солнца. Одновременно возрастает плотность вещества до невероятных в других условиях величин: порядка $10(10)$ г/см³ в центре шара. Сжатие прекращается после вырождения электронного газа, который более не способен уплотняться. Происходит фазовый переход, газ приобретает свойства кристаллического вещества. Последняя критическая фаза (V-Ik) состоит в остывании небесного тела до температуры ниже уровня свечения и переходе в состояние невидимого черного карлика (фаза VI-Ir).

РЕЗЮМЕ

Даже схематический обзор жизненного цикла небесного тела, по размерам близкого к нашему Солнцу, дает материал для некоторых обобщений.

1. История небесного тела солнечного размера, без большого насилия над фактическим материалом, точнее информацией, полученной совместно из наблюдений и моделей на ЭВМ, может быть разбита на отрезки, кванты истории (см. рис. 1). На протяжении отрезка система квазистационарна или монотонно эволюционирует в одном направлении, "программа", направляющая внутренние процессы и долговременные изменения системы, не меняется. Переход от одного кванта к другому сопровождается перестройкой программы организации вещества и энергии, перестройкой структуры (набора элементов) и системы связей. Переломные моменты (точки изменения качества, переломы на диаграмме) отвечают нашему представлению о кризисных фазах в развитии систем.
2. Среди переходных фаз, которые мы рассматриваем как кризисные, большинство из них занимает короткий отрезок времени в сравнении со спокойными гладкими периодами развития. Однако в ряду одиннадцати выделенных выше критических переходов - от начала аккреции до остывания небесного тела (табл. 1), три фазы, названные "бархатными" кризисами, совершаются постепенно и не имеют характера "скачка". Это фазы образования гелиевого ядра (3-1к), связанного с исчерпанием в центре светила водородного топлива, затем аналогичное образование мертвого углеродного ядра (IV-2к) и, наконец, остывание звезды до стадии черного карлика (V-1к). Тем не менее серьезные качественные изменения в недрах звезды, сопровождающиеся преобразованием программы, позволяют рассматривать эти переходы как особый тип критических фаз, отвечающих данному выше определению. Здесь, так же как и в "быстрых" кризисах, происходит переход системы через критические уровни в понимании А.В. Жирмунского и В.И. Кузьмина (1990).
3. Цепь кризисов, по-видимому, может быть упорядочена в форме иерархической структуры, отвечающей структуре небесного тела. Наиболее крупные кризисы перестраивают программу развития звезды целиком. К таким относятся начало аккреции, начало реакций ядерного синтеза, переход в стадию белого карлика и затухание процессов, связанных с превращением внутренней энергии в иную форму. Трансформации второго порядка отражаются на поведении одной из подсистем звезды, например одного слоя, и не обязательно совпадают с глобальными кризисами, перестройки третьего порядка затрагивают еще более мелкие детали.
4. Все события эволюционного пути звезды от начала до конца могут быть объяснены в качестве реализации внутренних закономерностей, управляющих системой. Каждый новый этап является следствием процессов, прошедших в течение предыдущего этапа. Исключение составляет лишь первый толчок, запустивший всю цепочку - начало концентрации вещества межзвездного облака пыли и газа. Этот нулевой кризис имеет не внутреннее, а внешнее происхождение. Для его объяснения приходится привлечь знания об истории суперсистемы.
5. Жизненный цикл звезды от рождения до смерти имеет четкие временные границы и определяется расходом запаса энергии, содержащейся в исходном облаке вещества. Если отвлечься от многочисленных флуктуаций, интенсивность процессов в космическом теле в целом сначала возрастает (этап подъема), затем долго остается приблизительно на одном уровне (этап "горения") и, наконец, спадает (этап затухания). На стартовой черте энергия содержится главным образом в двух формах: в виде гравитационной энергии рассеянных в пространстве молекул и частиц и в виде потенциальной энергии сильных ядерных взаимодействий, реализующихся в реакциях ядерного синтеза. С переходом запаса этих энергий в форму электромагнитных излучений, покидающих звезду, ее эволюция заканчивается.
6. Понижение энергетического потенциала звезды сопровождается общим ростом сложности ее структуры и упорядоченности процессов, выражающихся, например, в растущей когерентности движения составляющих

звезду частиц (см. табл. 1). Максимальной упорядоченности вещество звезды достигает в конечной стадии, когда составляющий небесное тело газ переходит в кристаллическое состояние. Падение потенциала можно охарактеризовать в терминах термодинамики как повышение энтропии системы, а рост сложности и организованности - в терминах теории информации как повышение ее информационного содержания (если понимать информацию широко, как меру порядка).

7. Процесс возрастания указанных двух переменных имеет вид ступенчатой кривой, на которой отрезки относительно быстрого развития (быстрые кризисы) чередуются со спокойными (гладкими) участками. Неравномерность развития, по-видимому, является следствием свойства устойчивости, лежащего в основе всех материальных систем от квантовых до космических. Изменение фазовых переменных (температуры, плотности, прозрачности) не останавливается, накапливая нестабильность, но до определенного момента нейтрализуется механизмами, сохраняющими прежнюю структуру и программу поведения системы (Арманд, 1992). Нередко эту роль играют контуры обратной связи. По достижении порогового значения переменных запас устойчивости (Козлова, 1992) кончается, механизм стабилизации отказывает. Система вынуждена преобразовать структуру и в ней найти новые механизмы устойчивости. Фундаментальный характер представлений о порогах зафиксирован в том, что некоторым особым значениям управляющих параметров присвоены собственные имена, например, длина волны Джинса, определяющая переход космического облака в состояние неустойчивости, или предел Шенберга-Чандрасекара, с пересечением которого связано рождение красных гигантов.

Анатомия кризисов/ А.Д. Арманд, Д.И. Люри, В.В. Жерихин и др. - М.: Наука, 1999. - 238 с.

Глава II. КРИЗИСЫ В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ ЗЕМЛИ

"Через расселины катастроф ощутите содрогание Земли, но тем же утесом взойдете на сферу мировых пониманий"

Агни Йога

Разговор о критических фазах в развитии Земли как планеты и как геологического тела осложнен тем, что это развитие из-за неполноты "записей" и возможностей их различного толкования до сих пор не уложилось в эволюционную киноленту, равно признаваемую за истину всеми геологами-эволюционистами. И чем дальше в глубь времен, наполненных все более бурными событиями, тем меньше достоверных фактов, тем больше свобода фантазии. Наука предлагает на сегодняшний день лишь комплект гипотез, собирающих среди специалистов разное число сторонников, но в большинстве вполне конкурентоспособных. Это гипотезы "горячего" и "холодного" образования планеты Земля, гипотезы сжатия, расширения и пульсаций, представления о преобладании гравитационного, ротационного, радиоактивного и солнечного источника внутренней энергии земного шара, это воззрения мобилистов и фиксистов. С углублением в детали количество предложенных вариантов геологической истории множится в геометрической прогрессии. Сравнительный анализ гипотез не отвечает ни нашим задачам, ни нашей компетенции, да, вероятно, в нем и нет большой необходимости. Наличие в истории Земли ряда переломных точек, отвечающих нашему определению кризиса, никем из геологов не отрицается. Любой серьезный анализ предшествующих и сопутствующих этому событий может дать полезную информацию о причинах, протекании и последствиях кризиса, даже если это объяснение и не освящено авторитетом большинства ведущих специалистов.

В дальнейшем для рассмотрения геологических кризисов нами избрана в качестве базовой одна из гипотез, степень правдоподобия которой здесь не обсуждается. Выбор пал на систему реконструкций прошлого, изложенную в книге О.Г. Сорохтина и С.А. Ушакова "Глобальная эволюция Земли" (1991). Авторы наследуют представления Р. Проктора, Г. Локайера, Дж. Дарвина, О.Ю. Шмидта о возникновении Земли путем аккреции из космического облака газов, пыли и мелких агрегатов вещества, планетезималей. Углубленной проработке "пылевой" гипотезы много сил было ранее отдано В.С. Сафроновым (1969). О.Г. Сорохтин и С.А. Ушаков активно поддерживают популярную в наши дни идею, ведущую свое начало от А. Вегенера, о дрейфе участков литосферы (литосферных плит), вызванных конвективными движениями вещества мантии. Сорохтин, Ушаков не исключают, что их реконструкции в каких-то частях несовершенны и со временем могут быть пересмотрены. Тем не менее в этом изложении геологическая история Земли может быть представлена как цепочка причин и следствий, что представляет наибольшую ценность для решения нашей задачи.

Дальнейшая рубрикация настоящей главы определяется последовательностью крупнейших переломных моментов в эволюции Земли.

ДВОЙНАЯ ПЛАНЕТА

Согласно представлениям С.Г. Сорохтина и С.А. Ушакова, ранняя история Земли настолько тесно связана с эволюцией ее спутника. Луны, что их не имеет смысла рассматривать по отдельности. Далее, согласно представлениям этих авторов, Протолуна, как и другие планеты, образовалась в околосолнечном пространстве путем аккреции из протопланетного облака пыли и газов. На одном из витков своей эллиптической орбиты она была захвачена полем тяготения более крупной соседки, Протоземли, стала ее спутником и начала сближаться с ней, двигаясь по спирали к падению.

Образование двойной планеты было первой критической точкой (1к) в истории Земли, так как развитие ее во многом пошло по новому пути (фаза 1-1г). В силу закона сохранения момента количества движения при сближении двух масс скорость вращения заметно возрастала. Кроме взаимного раскручивания, взаимодействие

планет осуществлялось также посредством формирования на обоих телах приливных волн, все ускоряющих свой бег и увеличивающих высоту по мере приближения Протолуны к Протоземле. Атмосферы и гидросферы у Земли еще не существовало, и приливные волны испарывали твердое, пока еще однородное по всей толщине, тело планеты. При этом часть энергии вращения спутника передавалась большей из планет тандема, дважды за оборот сотрясая ее землетрясениями. К моменту наибольшего сближения высота приливных волн могла, по расчетам, достигать полутора километров. Огромные силы приливного трения навязывали Протоземле вращение в плоскости лунной орбиты, чем, вероятно, и объясняется наклон земной оси по отношению к плоскости эклиптики. Последствия этого в форме смены времен года мы ощущаем и сейчас. Длительность суток на разогнанном таким образом земном эллипсоиде уменьшилась до шести часов.

Энергия приливов частично рассеивалась путем излучения в пространстве, но в значительной степени тратилась на разогревание недр тогда еще относительно холодной (600-1000° С) Земли. Гораздо быстрее происходило нагревание спутника. Сам переход Протолуны на околоземную орбиту должен был освободить энергию, достаточную для расплавления ее твердого вещества и дифференциации его по плотности в концентрических сферах. По мере сближения с Землей младшая планета разогревалась еще больше и все больше принимала форму капли, длинной осью направленной в сторону общего центра тяжести. В конец капли, ближайший к Земле, должно было перетечь тяжелое лунное ядро, состоящее в значительной степени из железа и его соединений. Легкие силикаты сконцентрировались на противоположном конце.

Этап сближения двух планетных тел, не превышавший, по предположениям, десяти тысяч лет, закончился достижением Луной предела Роша (фаза 1-1к), на котором разрушающие приливные силы становятся равными гравитации, обеспечивавшей монолитность спутника. Расчеты позволяют оценивать это расстояние в $1,7 \cdot 10^4$ км. В этой критической точке приливный горб, направленный к Земле и содержащий основную часть расплавленного лунного железного ядра, начал разрушаться. "Капли" вещества спутника притягивались Землей, увеличивая ее массу и обогащая железом. В свою очередь, облегченная Луна должна была под действием инерции в какой-то момент остановить свое падение и начать удаляться от Земли, постепенно выходя на свою современную орбиту.

Предполагается, что эта катастрофа, спасшая, впрочем, Луну от полного разрушения, произошла 4,6 млрд. лет тому назад (табл. 2). Сам переход к новому этапу развития занял 80-100 лет.

Последствия этой критической фазы определили все дальнейшее развитие и сказываются на современном облике и строении Земли. После катастрофы, постигшей Луну, обе части двойной планеты приблизились по массе к современным состояниям. То же можно сказать и о химическом составе обоих небесных тел. Земля (уже не Протоземля) обогатилась за счет Луны железом и такими тяжелыми элементами, как никель, медь, золото, цезий, мышьяк, олово, серебро, кадмий, свинец, цинк и др. Возрастание массы Земли привело к дальнейшему увеличению угловой скорости ее вращения. Последнее, несмотря на удаление Луны и снижение высоты приливных волн, способствовало поддержанию приливных взаимодействий со спутником. Приливное трение постепенно повышало температуру земных недр, все еще находящихся в относительно холодном и недифференцированном состоянии.

АСТЕНОСФЕРА

Накопление тепла в веществе Земли с неизбежностью должно было привести к следующей критической фазе (11-1к) - расплавлению части первичных горных пород с образованием астеносферы, слоя, в котором вещество находится полностью или частично в жидком состоянии. Предполагается, что этот порог был перейден в раннем архее, около 4 млрд. лет назад.

Глубина, на которой впервые появился слой расплавления, определялась соотношением прихода тепла, его оттока к центру Земли и к поверхности (рис. 2) и нарастанием давления, а вместе с ним температуры плавления сверху вниз. По-видимому, наиболее благоприятное сочетание условий сложилось на удалении 200-400 км от поверхности. Возникновение астеносферы дало толчок ряду быстрых и медленных процессов, которые в дальнейшем привели к перестройке всей динамики планеты. Прежде всего включились механизмы самоусиления, придавшие процессу лавинообразный характер и обеспечившие его длительное протекание с высокой интенсивностью. Слой с повышенными коэффициентами пластичности и вязкости вещества немедленно начал фокусировать в себе приливные, трансформации, а следовательно, и выделение приливного тепла, ускоряя тем самым расширение и углубление астеносферы. Кроме того, в разжиженном слое возникла возможность гравитационной дифференциации вещества по его удельному весу.

При давлениях, существовавших на глубинах 200—400 км, наиболее легкоплавким компонентом в смеси веществ, слагавших вновь возникшую верхнюю мантию, должны были оказаться силикаты. В расплаве этих пород происходило медленное оседание на дно астеносферы монолитных агрегатов железа и его оксидов — "обратная флотация". О.Г. Сорохтин и С.А. Ушаков не исключают также возможность процесса зонной плавки по сценарию, предложенному А.П. Виноградовым. По мере углубления слоя расплавления стал возможным фазовый переход металлического железа от твердого к жидкому состоянию, и процесс дифференциации интенсифицировался благодаря "прямой флотации" - всплыванию силикатов в среде жидкого металла.

Прогрессирующее разделение вещества мантии по плотности сопровождалось выделением энергии, достаточной, согласно расчетам, для самоподдержания процесса. Другие источники энергии: приливное трение и распад радиоактивных элементов, по-видимому, играли не столь значительную роль.

Среди наиболее заметных последствий возникновения астеносферы - разделение однородного вещества, слагавшего планету, на земную кору и мантию. В подошве расплавленного слоя начали концентрироваться

компоненты, образовавшие впоследствии тяжелое земное ядро. В жидкой части мантии должны были возникнуть конвективные течения. На поверхности это отразилось в подвижках и торошении тогда еще тонких континентальных плит. Вместе с этим началась вулканическая деятельность, которая проявилась в излияниях коматиитовых лав и образовании пепловых реголитов. Таким образом, Земля вступила в полосу геологического развития.

С расплавлением и конвекцией вещества мантии можно связать начало активной дегазации расплавов. Итогом стало формирование первой атмосферы Земли и зачатков ее океаносферы, пока еще в виде отдельных не связанных между собой неглубоких водоемов. Процесс заполнения впадин водой тормозился поглощением ее в породах молодой коры, подвергавшихся гидратации. Этим можно объяснить то обстоятельство, что становление гидросферы, сравнимое по богатству последствий с другими кризисами, не имело катастрофического характера, а растянулось, предположительно, на большую часть раннего архея, на интервал 3,8-3,2 млрд. лет.

Насыщение атмосферы газами также происходило не сразу. Часть их "вымывалась" за пределы земного поля тяготения давлением солнечного излучения. Это была бескислородная восстановительная атмосфера, состоявшая преимущественно из углекислого газа и паров воды, содержавшая также метан, водород, сероводород, азот, аммиак, фтористый водород, хлористый водород, аргон. С увеличением плотности газов несколько увеличилось альbedo Земли, но благодаря нарастающему парниковому эффекту возобладала тенденция разогревания атмосферы. Расчеты дают на уровне 3,8 млрд. лет до нашего времени приземную температуру воздуха около $+90^{\circ}\text{C}$, а еще через миллиард лет $+145^{\circ}\text{C}$.

С астеносферой связано еще одно важное событие в жизни Земли - образование магнитного поля. В раннем архее возникли условия для "запуска" струйных течений вещества в основании расплавленного слоя. Они, можно думать, стали причиной возникновения земного диполя.

Последним звеном в цепочке событий, последовавших за расплавлением части мантии, стало, вероятно, появление жизни. Под защитным колпаком атмосферы и магнитосферы в насыщенном водой вулканическом реголите, богатом такими катализаторами, как хром, железо, кальций, никель, свинец, платина, могли создаваться благоприятные условия для синтеза сложных органических соединений. Возможно, их колыбелью были прибрежные мелководья водоемов. Критический рубеж между неживым и живым веществом был преодолен около 3,8 млрд. лет назад. Первые организмы были, по всей видимости, хемотрофами-анаэробами, построившими свой метаболизм на реакции брожения. Древнейшие из зафиксированных палеонтологией одноклеточных существ, *Eobacterium* из формации Фиг-Три в Южной Африке, имеют возраст около 3 млрд. лет (Хатчинсон, 1972).

ЭВТЕКТИКА

Процесс углубления астеносферы, "запущенный" энергией приливного трения и усиленный положительными обратными связями, сопровождался повышением давления в расплавленном слое. В соответствии с этим менялись условия физико-химического равновесия в пластичной массе, что привело, по достижении очередного порога, к изменению принципа работы земной динамомшины (фаза III-1к). На глубине около 1500 км проплавление центральных частей планеты должно было затормозиться из-за того, что с повышением температуры плавления свободного железа вклад механизма дифференциации вещества в тепловой баланс оказывался недостаточным. Однако еще раньше на расстоянии 1000-1200 км от поверхности стал возможен переход в жидкое состояние эвтектического сплава Fe-FeO. Земной "двигатель" получил топливо с более высоким коэффициентом полезного действия. Этого вещества много накопилось в мантии в ходе ее первичной дифференциации. Фазовый переход и гравитационная сепарация могли теперь происходить при более низкой температуре, так что самоподдерживающемуся процессу не грозило затухание по крайней мере до глубины 1900-2000 км.

Эта критическая точка (III-1к) была пройдена около 3 млрд. лет назад. Ветвящаяся цепь последствий перехода захватила как недра, так и поверхность Земли. Процесс плавления первичного вещества планеты ускорился, но при этом температура его контакта с астеносферой понизилась. В результате адиабатического выравнивания температур верхняя часть мантии также стала холоднее. Но конвектирующий расплав из-за освобождения силикатов от более плотных оксидов железа стал легче, благодаря чему циркуляция ускорилась. Более того, можно считать, что расплавленный слой мантии в результате усиления процесса расширился по горизонтали и превратился в замкнутую по всему земному шару сферу. На первых стадиях дифференциации он, очевидно, занимал лишь приэкваториальные области мантии, где с наибольшей интенсивностью выделялась энергия приливного трения.

Ускорение дифференциации вещества в мантии и конвективного перемешивания ускорило дегазацию горных пород. Следствием этого стало увеличение глубины океана, длившееся 700 млн. лет. Подъем уровня был приостановлен лишь в раннем протерозое, когда вода покрыла океанические хребты над восходящими потоками конвекции и началась активная гидратация пород. Но расширившиеся водоемы отвлекли на себя значительную часть энергии, передаваемую Луной через приливное трение, а для астеносферы этот источник оказался практически выключенным.

Смена энергетического режима в недрах планеты отозвалась усилением тектонической деятельности на поверхности.

Трудно сказать, как все эти события отразились на ниточке поколений живых существ, населивших к тому времени гидросферу Земли. Возможно, под влиянием внутренней логики развития или при содействии внешних стимулов жизнь тоже пережила на протяжении архея критическую фазу. Переломным событием оказалось

появление в толще океана первых фотосинтезирующих и азотфиксирующих организмов типа синезеленых водорослей. Косвенные соображения позволяют датировать этот ароморфоз (по терминологии А.Н. Северцова) отрезком времени между 3,5-2,7 млрд. лет от наших дней. Достоверные находки подобных организмов в формации Ганфлинга в США относятся, впрочем, лишь к раннему протерозою, около 2 млрд. лет (Хатчинсон, 1972). Водоросли были еще полностью адаптированы к восстановительной углекислой среде, но земная атмосфера начала понемногу накапливать биогенный кислород.

МЕТАЛЛИЧЕСКОЕ ЯДРО

Следующая критическая фаза в развитии Земли наступила в результате продолжающейся дифференциации вещества мантии. Аккумуляция железа и никеля в основании расплавленного слоя вела к нарастанию неустойчивости в недрах планеты, так как ниже располагалась сфера из более легкой первичной смеси элементов и соединений. По модели О.Г. Сорохтина и С.А. Ушакова, медленное нарушение равновесия завершилось быстрым, катастрофическим его восстановлением. Центральная часть Земли "всплыла" к поверхности в направлении одного из полюсов, а на ее место "затекла" масса тяжелых металлов и их оксидов. Земной шар приобрел ядро. по составу близкое к современному. Между началом и концом инверсии включились в игру положительные обратные связи, усиливавшие неравновесность и подгонявшие процесс, так что он должен был носить характер лавинообразного обрушения. Авторами гипотезы отведено на критический переход (фаза iv-ik) всего 100 млн. лет (2,7-2,6 млрд. лет назад).

Первым и, вероятно, наиболее важным следствием инверсии земного ядра была перестройка структуры конвективных потоков мантии. На месте системы циклических ячеек сформировалась общеземная циркуляция, скорее всего с нисходящими потоками в районе полюсов и восходящими в приэкваториальных областях. Вместе с этим вступил в действие современный механизм тектоники плит. На окраинах возникших массивов континентальной коры начала проявляться субдукция (погружение под континенты в результате действия бокового давления) плит базальтовой океанической коры, обозначились геосинклинальные зоны. Коренная перестройка земных недр отозвалась на поверхности усилением тектонических движений.

Вместе с тем не прошедшее дифференциацию вещество первичного ядра распределилось в объеме более легкой мантии, увеличив ее удельный вес на 0,2-0,25 г/см³ за счет повышения содержания железа. Более легкая континентальная кора, накопившаяся в зонах погружения конвективных потоков, должна была "всплыть". По расчетам, высота раннепротерозойских материков могла повыситься на 2,5-3 км. Это, в свою очередь, увеличило энергию рельефа, интенсифицировало денудационные процессы, результатом чего явилось накопление мощных конгломератовых толщ типа Витватерсранд.

В свете сказанного представляется логичным предположение о возникновении в раннем протерозое единого материка, который авторы гипотезы предлагают назвать Моногеей. Он мог собраться из отдельных континентальных плит, собранных конвективными течениями к тому месту, где всплывшее относительно тяжелое вещество из земной сердцевины должно было стимулировать мощные нисходящие потоки в мантии. Мировой океан, Панталасса, занимал остальные районы земного шара. Вполне естественно, что обширная приполярная суша, значительно приподнятая над уровнем морской воды, стала местом зарождения первого из известных геологам Гуронского оледенения, которое датируется интервалом 2,5-2,3 млрд. лет назад.

В конце архея уровень океана оставался стабильным благодаря тому, что интенсивная гидратация базальтов океанической коры "съедала" избыток воды, выделявшийся в ходе проплавления мантии. Проникновение океанических вод по рифтовым разломам и трещинам к основанию тонкой океанической коры (4-6 км) прервало процесс подъема океана на целых 300 млн лет. Причиной послужило связывание диоксида водорода минералами основной и ультраосновной океанической коры с образованием серпентинитов. Существенно, что в ходе образования серпентинитового слоя коры одновременно связывался углекислый газ, образуя такие минералы, как кальцит и магнезит. Далеким последствием этого стало снижение парциального давления углекислоты в земной атмосфере. Начала понижаться среднегодовая температура воздуха. Этот эффект сложился с охлаждением приподнятой поверхности Моногеи.

На широкой поверхности, покрытой ледяной оболочкой, возросло альbedo, что повлияло на дополнительное снижение запаса тепла во всей земной атмосфере. Включился автомат, который по схеме самоусиления повел этот процесс все дальше и дальше. Охлажденная вода океана оказалась способной растворять в больших объемах, чем раньше, углекислоту из атмосферы. Последовавшее уменьшение парникового эффекта, в свою очередь, еще больше снизило приземную температуру воздуха, океан стал охлаждаться дальше и т.д. В кульминационной точке ледникового периода давление атмосферы упало до 0,7 от современного уровня (против 4—4,5 перед началом кризиса), а средняя температура достигла, по расчетам, +6° С (сейчас +15° С). Если в позднем архее Земля была близка к температуре закипания океана и переходу в устойчивое состояние "горячей планеты" по типу Венеры, то теперь осталось совсем немного до критической точки замерзания океана на всей Земле. Последствием было бы превращение в "белую планету", так же прочно сохраняющую себя в этом замерзшем состоянии, как нынешний Марс. Переход через критическую точку как в одну, так и в другую сторону был бы губительным для живых клеток, освоивших нашу планету. Жизнь проскочила в узкий проход между Сциллой и Харибдой, чтобы породить затем нашу цивилизацию: благодаря ли счастливой случайности или по воле Провидения - наука на это пока не имеет ответа.

Инверсия земного ядра имела и другие долговременные последствия. Именно с этим событием, вероятно, можно связывать образование магнитного поля Земли современного типа, которое затем много раз меняло свой знак, подвергая испытанию жестким излучением земные организмы. Кроме того, важнейшим результатом

образования у Земли железного ядра было включение механизма автоколебаний мантийной циркуляции, определившего тектоническую жизнь планеты на весь последующий активный период ее существования. Согласно представлениям О.Г. Сорохтина и С.А. Ушакова, структура глобальных конвективных ячеек, спроецированных на поверхность Земли в форме монолитных материков, неустойчива. По мере "скупивания" материков в единую континентальную плиту зоны субдукции океанических плит удаляются от центральной части Моногеи к ее краям. Сюда же перемещаются нисходящие потоки наиболее охлажденного и потому тяжелого вещества конвектирующей мантии. Под средней частью материка образуются компенсационные восходящие потоки. Встречая щит континентальной коры, потоки расходятся в стороны, увлекая за собой в противоположные стороны части континента. Результатом становится раскалывание плиты, образование центрального рифта (зоны тектонических опусканий), усиление восходящего потока. На месте одного образуется несколько материков. Но структура с числом конвективных ячеек более одной в энергетическом отношении менее выгодна, поэтому она стремится снова перестроиться в моноячейную. Разбежавшиеся континенты опять собираются в единый материк или в два, находящихся на противоположных сторонах земного шара. И история повторяется.

Имитация автоколебательных процессов на ЭВМ позволила получить абсолютные даты для фаз этих перестроек, которые в большой степени подтверждаются данными геологии. Авторы предлагают следующую хронологию критических точек в эволюции земной коры и мантии. Первый суперконтинент, Моногея 2,7-2,6 млрд. лет назад, сопровождался Кеноранской орогенцией (горообразованием). Следующая, двухъячейная, структура, когда материки состыковались в приэкваториальной зоне, образовалась 2,3 млрд. лет назад. Моноячейная конвекция снова оформилась 1,9 млрд. лет назад, объединив плавающие континенты в Мегагею Штилле. Этому событию отвечает Карельская тектоническая эпоха. Материк занимал низкие и умеренные широты. Следующая критическая точка отмечена активизацией тектонической деятельности около 1,5 млрд. лет назад. Дальнейшая перестройка привела к образованию двух суперконтинентов - Гондваны и Лавразии, существовавших около 1 млрд. лет назад. По времени с этой двухъячейной структурой совпадают Гренвильская тектоническая эпоха, похолодание и обширное оледенение. Лавразия распалась в позднем рифее, а Гондвана подверглась деструкции, но в эпоху Байкальской складчатости снова спаялась в единый материк. Наиболее близка к нашему времени одноячейная структура, вызвавшая к жизни Пангею Вегенера. По модели она должна была сформироваться 470 млн. лет назад, по геологическим данным - 450-350 млн лет. Распад Пангеи произошел 190 млн лет назад, когда образовались Индийский, Атлантический и Северный Ледовитый океаны. Расчеты позволяют предсказать еще две фазы объединения континентов — 300 млн. и 1,6 млрд. лет спустя. Модель не дает ответа, хватит ли у умирающей Земли энергии для постройки последнего суперконтинента, названного О.Г. Сорохтиным и С.А. Ушаковым Гипергеей. Совместные данные моделирования и геологической летописи позволяют установить, что период автоколебаний менялся от 300 до 570 млн. лет, в то время как единые материки существовали не более 100 млн. лет.

ЖЕЛЕЗНЫЙ КРИЗИС

По рассматриваемой здесь модели все важные события в геологической истории Земли связаны с изменением состояния железа и его соединений. Почему — нетрудно понять. В первичном веществе планеты этот тяжелый компонент составлял 13% земной массы, а его двухвалентный оксид - 24%. Огромная гравитационная энергия этих веществ, агрегированных первоначально с более легкими элементами и соединениями, до сих пор служит "топливом" внутренних процессов Земли, превосходя вклад радиоактивного распада. Химическая активность железа дополняет объяснение тесной связи всех преобразований этого металла с состоянием внешних сфер Земли.

Стартовавший в раннем архее процесс зонной дифференциации мантийного вещества по плотности после инверсии ядра сменился более спокойным механизмом бародиффузионного разделения расплавленных пород. При этом не происходит тотального расплавления всей массы вещества мантии. Силикаты сохраняются в твердой фазе, в расплав же переходят лишь оксиды железа. Они диффундируют в межгранулярные пространства и постепенно стекают в направлении к центру гравитации. Равномерно выделяющейся при этом энергии достаточно для самоподдержания процесса и для питания конвективной машины, обеспечивающей жизнь знакомой нам сегодня Земли.

Однако запас "топлива" не бесконечен. В мантийный сепаратор поступает вещество, все более бедное металлическим железом. По-видимому, уменьшение его содержания стало заметным в связи с тем, что снизился отток кислорода из океана и атмосферы. Кислород затрачивался на окисление железа в рифтовых зонах, результатом чего было массовое отложение железорудных формаций по окраинам существовавших тогда материков. Оно закончилось около 2 млрд. лет назад. С замедлением затрат кислорода на окисление его содержание в морской воде и атмосфере стало медленно повышаться и наконец превысило предел Юри -10(-3) от современного уровня парциального давления O₂. Значение этого события, совершившегося, по данным палеонтологии, не позже 1,4 млрд. лет назад, в том, что эти малые концентрации уже позволяют существовать эукариотическим водорослям. Биосфера получила возможность резко ускорить эволюцию живого вещества. Оформился механизм тонкой саморегуляции химического вещества атмосферы и океана в рамках, благоприятных для существования жизни. На полную мощность регулятор стал работать с появлением в позднем силуре наземной растительности, которая сейчас контролирует 80% кислородного обмена. "Вымывание" металлического железа из мантии подошло к завершению в начале палеозоя, около 500 млн. лет

назад. Эта расчетная дата близко совпадает с крупнейшим с точки зрения палеонтологии рубежом в жизни Земли - переходом от докембрия к фанерозойскому зону. Его значение определяется началом бурного развития животного мира. Это значит, что содержание кислорода в воде и атмосфере перевалило через порог Пастера - 10(-2) от современного содержания, за которым становится возможным кислородное дыхание, окислительная форма метаболизма. Началось победное шествие многоклеточных организмов. Первые Metazoa обнаружены в отложениях, имеющих возраст 640 млн. лет.

Одним из последствий увеличения свободного кислорода было становление озонового экрана, защищающего земные организмы от жесткого излучения. Этот процесс мог начаться уже при достижении парциального давления O₂, равного 10(-2) от существующего сейчас, то есть тоже на переходе от протерозоя к палеозою (Клауд, Джибор, 1972). Таким образом, жизнь на Земле все больше становилась регулятором своего собственного развития: посредством создания окислительной атмосферы и озоновой защиты происходило стимулирование по контурам положительной обратной связи эволюции живой материи. Одновременно начал работать и сдерживающий механизм, отрицательная обратная связь: освобожденный в ходе фотосинтеза углерод вновь активно соединялся с кислородом, препятствуя слишком быстрому нарастанию количества последнего. И лишь в той мере, в какой углеродистые органические соединения переходили в ископаемое состояние в виде углей, горючих сланцев и нефти, мог понемногу возрастать избыток свободного кислорода.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КРИЗИС

С момента инверсии планетного ядра на границе архея и протерозоя Земля вступила в относительно спокойный период развития (IV-lr) (рис. 3). Постепенное расходование запаса гравитационной энергии обеспечивало саморегулируемый поток энергии. Независимо от ряда качественных перестроек земной "котел" поддерживал тектоническую жизнь планеты, существование гидросферы и атмосферы в тех пределах, которые позволяли существовать и развиваться организмам. Выход из взаимодействия металлического железа мантии не привел к взрывному обогащению внешних сфер кислородом. Для организмов, до того как они успели запастись ферментными механизмами защиты против нового ядовитого вещества, кислорода, быстрый переход в кислородную среду стал бы непреодолимым барьером, концом эволюции. Постепенность перехода, обеспечивавшая возможность эволюционной адаптации к газу-окислителю, регулировалась особым геохимическим процессом. По мысли С.Г. Сорохтина и С.А. Ушакова, истощение запасов свободного железа в мантии открыло дорогу для мобилизации двухвалентного оксида железа FeO, которое стало переходить в более устойчивые формы закиси Fe₂O и магнетита Fe₃O₄. Большая плотность магнетитовой фазы по сравнению с исходным веществом гарантировала продолжение гравитационной дифференциации подкорковых пород.

Образование закиси железа сопровождалось выделением свободного кислорода, сначала в мантию, а затем в верхние сферы Земли: $2FeO \rightarrow Fe_2O + O$. Но по дороге большая часть кислорода снова извлекалась из циркуляции, вступая в реакцию: $3FeO + O \rightarrow Fe_3O_4$. Этот "грубый" регулятор содержания кислорода, так сказать первая ступень, дополнялся "тонким" регулятором второй ступени, биологическим, о котором уже было сказано выше. Расчеты показывают, что реакция образования магнетита могла продолжаться еще около 600 млн. лет.

Период "спокойной планеты" успешно (пока) используется живой материей для порождения все более совершенных форм, создания порядка из хаоса. Впрочем, "спокойствие" Земли относительно. Отсутствие крупных перестроек на верхнем, планетарном уровне не исключает более частные кризисы. Продолжает действовать циклический процесс, собирающий воедино и вновь разбивающий на куски материи. Чередуются эпохи тектонической активности, объединяющиеся в каледонскую, варисскую (герцинскую), альпийскую фазы с относительно стабильными промежутками между ними. Интервалы с теплым и ровным климатом разбиты ледниковыми эпохами: Лапландской, карбоновой, четвертичной. Для земной жизни эти периоды выглядят как испытание ее устойчивости и одновременно как стимуляторы ускоренного возникновения новых форм.

Разнообразие экологических условий в периоды катаклизмов оказывается жизненно необходимым для массового появления новых видов, родов и таксонов более высокого порядка. Критическими фазами в развитии жизни на Земле можно считать возникновение живого вещества, появление эукариотов, многоклеточных организмов, позвоночных, выход растений и животных на сушу, появление высших растений, голосеменных растений, освоение животными воздушной среды, появление мозга, зарождение человеческой цивилизации. Бурное развитие отряда приматов и технической культуры человечества, вероятно, было "включено" кайнозойским горообразованием и неоген-четвертичной эпохой похолодания. Вместе с тем к кризисным явлениям относятся и резкое сокращение численности и разнообразия а также полное исчезновение крупных таксономических групп, например, табулят, аммонитов, рептилий, членисто-стебельных и плауновых растений. Подробные о событиях подобного рода будет сказано в следующей главе.

Кризисами такого же типа, но более низкого порядка следует считать гибель отдельных цивилизаций и этносов. Период относительного динамического равновесия (фаза IV-lr) - лишь временное состояние нашей Земли, поскольку оно опирается на необратимое расходование плутонической и солнечной энергии. С приближением к критическому рубежу +600 млн. лет (фаза У-1к) начнут истощаться запасы двухвалентного железа в мантии и тектоническая активность земных недр начнет ослабевать настолько, насколько уменьшится поток тепла от астеносферы к поверхности. В земной коре произойдет накопление больших объемов осадочных пород, не вовлеченных в конвективный круговорот. В результате можно ожидать связывания в них значительного количества воды из гидросферы и сильного обмеления океанов. Обезвоженная сфера жизни едва ли станет пригодной для жизни.

Опасность подступит и с другой стороны. С возникновением дефицита оксида железа на первое место в

процессах дифференциации мантийного вещества выйдет распад магнетита с образованием закиси железа и свободного кислорода. Парциальное давление кислорода в атмосфере начнет расти, и вся органика на поверхности Земли должна будет сгореть. Вместе с тем повысится плотность атмосферы, она станет менее проницаема для длинноволнового излучения, начнется перегревание суши и вод. Как только температура поднимется до точки кипения океанской воды, масса пара выбросится в атмосферу, парниковый эффект замкнет обратную связь и накопление тепла примет характер взрыва. При температуре около 500°C начнется диссоциация карбонатных горных пород. Добавка в воздух диоксида углерода еще больше подхлестнет перегрев. Давление на дне воздушного океана достигнет, возможно, 320 атм.

Как уже говорилось, если у земной динамомашины хватит энергии завершить последний цикл, то через 1,0-1,6 млрд. лет появится последний единый материк, уже без морских пляжей по периметру, и на этом тектоническая история Земли закончится. После завершения спокойного развития Солнца на главной последовательности ему суждено взорваться и превратиться в белый карлик. Ближние планеты едва ли переживут этот взрыв даже в состоянии мертвых в биологическом и геологическом смысле космических тел.

РЕЗЮМЕ

Какие общие закономерности возникновения кризисов добавляет геологическая история Земли к тому, что было выяснено ранее?

1. Крупнейшие перестройки задаются на верхних этапах иерархии и дальше передаются по ступенькам вниз, от Солнечной системы к планетным параметрам Земли и к отдельным ее сферам. При этом можно различать, с определенной условностью, два случая: непосредственное воздействие кризиса старшего уровня на подчиненные ему уровни и опосредованные отдаленные последствия. Падение железного ядра Луны на Землю должно было немедленно увеличить скорость ее вращения. Но это же взаимодействие со спутником дало начало процессу проплавления первичного вещества планеты, который со временем привел к образованию земной коры, мантии, ядра, океана и атмосферы, живого вещества.

2. С другой стороны, каждая из вновь возникающих подсистем становится автономной, начинает развиваться в своем режиме и сама накапливает неравновесность, разряжающуюся трансформацией. Импульсы, приходящие с других этажей иерархии, здесь нередко играют роль спусковых механизмов, но уже не могут считаться основной причиной кризиса. По-видимому, переход от систем абиотического плана к биологическим и далее к социальным повышает уровень их саморегулирования. Системы становятся более эластичными, живучими и менее чувствительными к возмущениям, идущим "сверху". Но платой за эту независимость служит увеличение числа внутренних несогласованностей и соответственно автогенных локальных кризисов. Так, правдоподобной выглядит гипотеза о том, что климатические и орографические перестройки в основном лишь стимулировали видообразование, подготовленное ходом биологической эволюции (см. далее, гл. III). И только начальная и конечная точки развития белковой жизни на Земле жестко лимитированы критическими событиями планетарного масштаба.

3. Кроме кризисов, спровоцированных воздействиями "сверху" и "изнутри", можно назвать еще одну категорию причин, вызывающих кризисы "снизу". Серьезные возмущения проходят по отрезкам иерархической цепочки в направлении общество - живая природа - атмосфера - гидросфера - земная кора - мантия - ядро, а также планета в целом - Солнце. Возможно, большинство этих обратных связей играет роль стабилизаторов системы, сдерживающих нарастание неравновесности. Но не исключается и возбуждение кризисов по этим каналам зависимостей. Как было показано раньше, динамика литосферных плит может быть причиной циклических перестроек конвекции мантийного вещества. Можно предполагать, что резонансные взаимодействия между планетами и Солнцем влияют на интенсивность хромосферных вспышек на поверхности светила.

4. Во всех рассмотренных примерах происходит замещение или вытеснение старого плана строения систем (типа организации, порядка, информации) новым - при сохранении в большей или меньшей степени элементов предшествующего плана. В этой интерпретации кризис выглядит как переход, характерный для систем с конкурентной обратной связью, как переключение триггерного механизма (см. рис. 3). Сама перестройка - всегда энергоемкий процесс, связанный с повышенными затратами (диссипацией) накопленной ранее или получаемой из внешнего источника энергии.

5. Критические фазы в развитии Земли, как и Космоса, состоят не только в смене одного типа организации другим, но и в общем повышении уровня организованности соответствующих систем. Под этим понимаются дифференциация в пространстве вещества со свойствами, отличающимися от предыдущих, возникновение новых циклических режимов функционирования и увеличение разнообразия устойчиво существующих систем. Все это можно иначе охарактеризовать как повышение информационного содержания систем. К сожалению, количественный подсчет информации в большинстве случаев слишком сложен, но на качественном уровне эта закономерность достаточно очевидно иллюстрируется появлением новых геосфер, новых видов живых организмов, экосистем, новых этносов и т.п. В итоге эволюция, прерываемая критическими фазами, выглядит не как ровное плато, разрезанное оврагами, а как система предгорных террас (рис. 3, 6).

6. Вместе с кризисом нередко возникает положительная обратная связь, которая усиливает неравновесность и тем самым ускоряет переход к новому равновесию. По такому сценарию, очевидно, развивались события при перетекании "ядерного" вещества, накопившегося в мантии, к центру Земли, события времени наступления и окончания ледниковых эпох и др.

Возможно и обратное: в ходе кризиса включается программа торможения процесса по схеме отрицательной обратной связи. В этом случае перестройка системы может проходить вяло, растянуться на большой срок и

сильно отличаться от привычного в таких случаях катастрофического течения событий. Так, по-видимому, происходило формирование Мирового океана, которое сдерживалось и даже приостанавливалось процессами гидратации горных пород.

7. Кризисные явления иногда связаны с автоколебательными процессами. При этом они приобретают ритмический характер и могут выглядеть как обратимые преобразования. Впечатление периодического возврата к прежним состояниям оставляет, например, чередование орогенических и тектонически спокойных эпох. Однако каждый цикл при ближайшем рассмотрении оказывается не полностью замкнутым. Всегда можно обнаружить "сухой остаток" по-новому организованных структур (формаций горных пород, месторождений полезных ископаемых и пр.), так что правило подъема по "ступеням" антиэнтропийной лестницы не нарушается.

Анатомия кризисов/ А.Д. Арманд, Д.И. Люри, В.В. Жерихин и др. - М.: Наука, 1999. - 238 с.

Глава III. КРИЗИСЫ В БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ

"...мир, каким его увидит наука будущего столетия, окажется множеством случайных катастроф, созидательных и разрушительных одновременно; причем случайным было именно это множество, а каждая из катастроф в отдельности подчинялась строгим законам..."

Ст. Лем

С переходом к рассмотрению одушевленных, или попросту живых, систем мы осваиваем новый уровень системной организации. Это обстоятельство не может не сказаться на появлении специфических черт, характерных для эволюции таких объектов. Решающее отличие эволюционного развития на биологическом уровне связано со способностью живых систем к самовоспроизводству. Вследствие этого они, кроме запрограммированного развития особей (онтогенеза), способны к эволюции в ряду поколений (филогенезу), необратимо меняющей онтогенетическую программу. Перепрограммирование осуществляется путем активного выбора системой одной из возможных траекторий. Биологическая эволюция всегда допускает ряд решений, хотя и не равновероятных, что делает эволюцию непредсказуемой и невоспроизводимой.

В ряду поколений все члены одного таксона происходят от общего предка (принцип монофилии). В результате объектом изучения эволюционистов становятся не смены программ функционирования единичного объекта, например, космического тела, в разные фазы его развития, а смены программ, управляющих жизнью целых цепочек поколений. Эволюция звезды или планеты соответствует биологическому понятию онтогенеза, индивидуальному развитию организма. Возникновение филогенеза знаменует переход к более высокому уровню организации материи. Сходные звезды имеют сходных предшественников, но не общего предка, сходную, но не общую историю. К ним неприменимо понятие монофилии.

В этой главе рассматривается лишь эволюция в филогенетическом смысле.

Развитие форм земной жизни фиксируется палеонтологической летописью, неполной, но все-таки документальной записью последовательности происходивших событий. В этом преимущество эволюционной биологии перед эволюционной астрофизикой. Науки о неживой природе вынуждены пользоваться главным образом малонадежными методами актуализма и моделирования - по аналогии или в соответствии с существующей теорией. Тем не менее как теория, так и разыгрывание представлений, гипотез, вариантов на моделях необходимы и для биологии. Не только широко известная неполнота, пунктирность фактических свидетельств, доступных палеонтологам, тому причиной. Не менее важно и то, что об окружающей организмы среде, ее сменах часто приходится судить лишь по косвенным данным, тогда как для объяснения эволюционных изменений они имеют решающее слово. Поэтому излагаемые ниже представления о кризисах в биологической эволюции — в такой же степени результат сравнительного анализа фактических данных, как и теоретического моделирования.

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ КРИЗИСЫ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СООБЩЕСТВА

Биологическая эволюция - это процесс спонтанного приобретения системой необратимых и устойчиво воспроизводящихся отклонений от прежней "нормы" ее индивидуального развития, а тем самым и итоговой организации. Сама норма-продукт эволюционной истории всей совокупности предковых систем и несет наследие приобретавшихся ими ранее адаптаций. Организация системы может стать полностью новой лишь при нулевой преемственности, то есть при гибели предыдущей системы, а не при эволюции, подразумевающей как раз сохранение преемственности. Воспроизведение нормы в ряду поколений обеспечивается консервативным генетическим аппаратом, механизмами развертывания и реализации генетических "инструкций" в онтогенезе и популяционными механизмами, поддерживающими определенный баланс генных частот. Переход от нормы к норме возможен лишь через неустойчивое состояние, когда прежняя структура подверглась частичной дестабилизации, а новая еще не стабилизировалась (Раутиан, 1988). Иначе говоря, эволюция складывается из "революций" большей или меньшей глубины, а постепенной предстает лишь в определенном масштабе рассмотрения, сглаживающем переходы от одной длительно стабильной нормы к другой. Как эмпирическое правило это сформулировано в понятии прерывистого равновесия (Eldredge, Gould, 1972), а в общем виде справедливо для поведения любых гомеостатических систем, которые всегда описываются ступенчатыми функциями (Эшби, 1962). Физиологические адаптации, например, также достигаются ценой временной дестабилизации при общем адаптационном синдроме (Селье, 1972).

Дестабилизация всегда кратковременна по сравнению с периодами стабильности нормы и может рассматриваться как кризис организации системы. Но чаще кризисами называют ситуации, когда крупные изменения приблизительно синхронны во многих группах организмов. Чередуя длительных периодов медленной эволюции с эпизодами радикальных изменений, в ходе которых одни крупные таксоны исчезают, другие появляются, а направление специализации третьих меняется, давно обнаружено палеонтологией и используется ею для членения геологического времени. Следуя В.А. Красилову (1969), мы называем "плавный" тип эволюции когерентным, а "радикальный" - некогерентным. Чередуя периоды когерентности и некогерентности не следует с необходимостью из господствующей эволюционной парадигмы, объединяющей теорию отбора с популяционной генетикой. Чередуя часто объясняют влиянием внешних по отношению к биоте сил - от климатических изменений до столкновений Земли с астероидами (Татаринов, 1987).

Психологически понятно, что особое объяснение ищут прежде всего для некогерентности, но, по-видимому, популяционно-генетическим моделям отвечает как раз некогерентная эволюция, а когерентность создает ограничения, накладываемые на эволюцию популяций сообществами (биоценозами), в которые они входят и влияние которых синтетической теорией не учитывается (Жерихин, 1987).

Существует по меньшей мере четыре биоценологических механизма, регулирующих эволюцию популяций: 1) усиление стабилизирующего отбора, поддерживающего существующую норму и устраняющего большинство отклонений от нее посредством стабилизации среды внутри ценоза; 2) подавление генетического дрейфа, статистически обусловленных изменений генофонда популяции благодаря сглаживанию колебаний численности; 3) канализация эволюции из-за плотной упаковки ниш в сообществе. Большинство возможностей за рамками прежней ниши уже используется высоко приспособленными конкурентами, так что специализация в прежнем направлении более вероятна, чем смена направления. 4) снижение вероятности эволюционных "цепных реакций", т.е. изменений ряда популяций, инициированных изменениями одной из них, из-за устойчивости сообщества к единичным изменениям. Эти механизмы сильно снижают скорость и ограничивают направления филогенеза. Так, средняя скорость видообразования у насекомых в позднем кайнозое была на 5-6 порядков ниже потенциально возможной, что связывается с наличием ценологических ограничений (Жерихин, 1987).

Внешние воздействия, например изменения климата, могут разрушить структуру сообществ и тем ослабить их сдерживающую роль. Но поскольку ценологические регуляторы имеют статистическую природу, их надежность зависит от числа испытаний, и на больших отрезках времени их "поломки" неизбежны даже при постоянстве внешних условий. Масштаб и скорость изменения популяций при ослаблении ценологического контроля зависят от того, насколько он ослаблен, а не от того, вызвано его ослабление внутренними или внешними агентами. Иными словами, эволюционные кризисы - это всегда результат нарушения ценозов, поскольку даже абиотические сдвиги отражаются в биологической эволюции через свое разрушительное действие на сообщества.

Различают собственно сообщества (биоценозы), связи между членами которых сложились благодаря взаимоотноиспособительной (коадаптивной) эволюции и имеют специализированный характер, и группировки, отношения в которых оппортунистичны (стохастичны) из-за случайного с исторической точки зрения состава. Специализированные связи - продукт совместной истории; в них зафиксирован прошлый опыт взаимодействий видов и их предков друг с другом. В понятие коадаптации включаются и опосредованные через другие виды, так называемые диффузные (Janzen, 1980) зависимости. Теоретически мыслим континуум от абсолютно случайных группировок, когда все взаимосвязи оппортунистичны, до абсолютно коадаптированных систем, в которых остались только специализированные взаимосвязи. Любое реальное сообщество включает как оппортунистические, так и специализированные элементы. Поэтому понятия сообщества и группировки относительны и совокупность, являющаяся группировкой по сравнению с другой совокупностью, должна считаться сообществом по сравнению с третьей, еще более оппортунистичной. Чем более случайна структура связей, тем слабее ценологический контроль над эволюцией популяций и тем менее она когерентна.

Как правило, один вид входит в состав ряда сообществ, в которых его экологические характеристики различны. Поэтому структуру сообществ удобнее описывать в терминах реализованных экологических ниш. Ниша - это многомерный объем в экологическом пространстве, ограниченный свойствами вида или популяции и факторами, лимитирующими существование вида, по часто используемому образному выражению, его "экологическая профессия". Такая трактовка ниши, до известной степени контринтуитивная ("свободных" ниш в этом смысле не бывает), стала общепринятой после работ И. Хатчинсона (Hutchinson, 1965). Применительно к экологическому пространству, потенциально способному заполняться нишами, следует говорить о существующих в сообществе лицензиях (Левченко, 1993). Ниши в лицензии могут перекрываться или быть полностью разделенными по тем или иным измерениям. Число измерений ниши в принципе бесконечно, но в первом приближении их можно свести к трем обобщенным: 1) ресурсы (пища, кислород, необходимый субстрат и т.д.); 2) нересурсные лимитирующие факторы (температура, влажность, хищники, паразиты и т.д.); 3) организация носителя ниши (способы питания, передвижения, защиты от врагов; органы чувств, пищеварение и т.д.). Фундаментальная ниша характеризует полные экологические возможности вида в его потенциальном ареале, реализованные ниши - свойства отдельных популяций в конкретных местных условиях (рис. 4). Таким образом, фундаментальная ниша есть экологический эквивалент понятия вида, а реализованная ниша - популяции. Совокупность фундаментальных ниш надвидового таксона объединяется в его адаптивную зону. Тесно связанные ниши образуют структурно-функциональные блоки сообщества, гильдии. Это совокупности

ниш, в которых сходным образом используется общий ресурс, например, потребители семян или листьев одного вида растений. Консорции — другой блок, в котором ниши прямо связаны с одной и той же центральной нишей, например, все обитатели одного и того же вида деревьев независимо от природы связей с ним. Существуют трофические (пищевые) сети и уровни, регуляторные блоки - системы ниш, оказывающих взаимное регулирующее действие друг на друга, например, хищник-жертва или паразит-хозяин и так далее. Блоки могут быть иерархически соподчинены, например, потребители молодых листьев, потребители листьев вообще, все потребители одного и того же растения и трофический уровень всех растительных организмов, являющийся по существу гильдией высшего порядка. Блоки могут и пересекаться, например, консорции и трофические сети пересекают различные трофические уровни (рис. 5). Каждая ниша входит в ряд блоков одновременно, подобно тому как в человеческом обществе каждый его член входит во множество частью соподчиненных, частью пересекающихся групп: семейных, территориальных, профессиональных, конфессиональных и т.д.

В большинстве сообществ одни ресурсы перепотребляются, другие перепроизводятся. Этот дисбаланс приводит к сукцессии - смене сообществ, обусловленной их собственной деятельностью (Вахрушев, Раутиан, 1993).

Совокупность взаимно адаптированных сообществ, из которых последующие заселяют участки, измененные деятельностью предыдущих и потому ставшие для предшественников непригодными, образует сукцессионную систему (Разумовский, 1981). Ее сукцессия стереотипна, детерминирована и часто завершается устойчивым сообществом (климаксом) с приблизительным балансом производства и потребления ресурсов. При отсутствии климакса сукцессии цикличны. Внешние нарушения (смыв и оползание почвы, пожары и т.д.) противодействуют внутренней направленности сукцессии, возвращая ее к более ранним стадиям.

Сукцессионные системы - сообщества высшего порядка, в которых отдельные биоценозы выступают как функциональные блоки (см. рис. 5). Они также образуют континуум по степени взаимной адаптированности от стохастически сменяющихся группировок до полностью коадаптивных сукцессионных систем, завершающихся идеальными климаксами (табл. 3). Реальные системы в той или иной мере приближаются к этим предельным состояниям.

В любом регионе лишь часть видов входит в сукцессионную систему, будучи, по терминологии С.М. Разумовского (1981), ценофилами. Другие виды (ценофобы) стоят вне основной сукцессионной структуры, образуя группировки в неустойчивых местообитаниях, преимущественно в экотонах, или на участках свежих нарушений, еще не занятых ценофилами. Экотоны - это зоны контакта двух или нескольких сообществ, где ни одно из них не является полночленным и достаточно устойчивым. Оценка популяции в качестве ценофобной или ценофильной так же относительна, как и оценка всей совокупности в качестве группировки или сообщества. Ценофильность определяется тем, сколь многочисленны, глубоки и специализированы взаимные адаптации с другими членами сообщества, поэтому в исторически необычном окружении любой вид оказывается ценофобом. Виды, существование которых из-за дальних миграций, высокой изменчивости абиотической среды и т.д. протекало в слабо предсказуемом биотическом окружении, ценофобны в любой обстановке.

Несмотря на растущий интерес к изменениям сообществ, теория их эволюции (филоценогенеза) слабо разработана. Понятие биологической эволюции мы применяем к биоценозам как идеальным биотическим совокупностям, а не к биогеоценозам как их конкретным ландшафтным реализациям, включающим детерминистически эволюционирующие абиогенные компоненты (Жерихин, 1994). Однако и отдельные сообщества неспособны к эволюции, ибо воспроизводятся лишь в ходе определенных сукцессий. Устойчиво самовоспроизводится только сукцессионная система, и только по отношению к ней можно говорить об эволюции. Сукцессия - детерминистский процесс, напоминающий онтогенез организма; возникновение отклонений, превращающихся в ее новую норму, должно рассматриваться как акт эволюции.

Общая направленность биологической эволюции, в том числе и эволюции сообществ, - это повышение устойчивости системы. Сукцессионные системы, эффективнее и с меньшими потерями осуществляющие оборот вещества и энергии, получают преимущество и вытесняют менее эффективные. Однако преобразование сообществ происходит через изменения ниш, а всякое их изменение вначале нарушает коадаптивность совокупности и увеличивает эволюционную свободу популяций. От масштаба дестабилизации сообщества зависит степень рассогласования эволюции его членов.

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ КРИЗИСЫ ПО ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Бескризисные этапы эволюции характеризуются плавными и постепенными конкурентными замещениями, происходящими в основном на невысоком таксо-номическом уровне. Основное ее направление - растущая специализация в рамках прежних условий обитания. Число конкурентно выигравших видов обычно больше числа проигравших, поскольку более широкая ниша часто замещается несколькими узкими: в результате число таксонов постепенно растет. Общая структура сообществ меняется мало, смена доминантов медленна и постепенна. Наследующие одна другую сукцессионные системы сохраняют приуроченность к сходным экологическим, прежде всего климатическим, ситуациям, реже расширяют свой экологический диапазон и вытесняют другие. В ходе филоценогенеза структура сукцессионных систем становится более согласованной, а эволюция видов направляется к еще большему согласованию, так что описанные тенденции со временем делаются все отчетливее.

В группировках процесс менее гармоничен, чем в сообществах. Но поскольку по большинству параметров сообщества более предсказуемы, отбор благоприятствует адаптации членов экотонных группировок к

компонентам соседних сообществ, происходит "экологическое притяжение" (Каландадзе, Раутиан, 1993а). В результате ценофобы постепенно втягиваются в сообщества и ценофилизируются, занимаемая ими территория сокращается.

Судя по палеонтологическим данным, ход биологической эволюции в целом соответствует описанной картине, но временами равномерность филогенеза нарушается. Один тип таких нарушений - эпизоды быстрого распространения таксонов, которые легко связать с освоением ранее не или недостаточно использовавшихся участков экологического пространства. Складывающаяся в них структура ниш первоначально слабо внутренне связана и не обеспечивает согласованность эволюции. Эти эпизоды обычно не сохраняются, и новые системы возникают не на их месте, а рядом с ними. Крупнейшим таким событием после появления жизни вообще было освоение суши высшими (эукариотными) организмами в палеозое, а число событий меньшего масштаба очень велико. При рассмотрении биоты в целом они выглядят как моменты ускорения роста общего числа таксонов. В других случаях вспышкам некогерентности предшествуют крупномасштабные вымирания, которые должны были снижать взаимную адаптивность сообществ. Известно несколько десятков более или менее массовых вымираний (Алексеев, 1989) (рис. 6). Уже грубый их анализ позволяет установить несколько важных фактов:

- 1) ни одно из них не прервало преемственности развития биоты: жизнь на Земле, раз появившись, не прерывалась и является, по выражению В.И. Вернадского (1994), геологически вечной;
- 2) следовавшие за вымираниями эволюционные вспышки всякий раз поднимали таксономическое разнообразие выше докризисного уровня, так что общим долговременным трендом является рост суммарного числа таксонов (Пономаренко, Дмитриев, 1993);
- 3) массовые вымирания различны по амплитуде, а также по таксономической и экологической избирательности (Алексеев, 1995; Барсков и др., 1996);
- 4) убедительных доказательств правильной периодичности массовых вымираний нет, и, по-видимому, разделявшие их промежутки времени не были даже приблизительно равными (Алексеев, 1989);
- 5) между характером и амплитудой абиотических и биотических изменений нет однозначного соответствия (Жерихин, 1979, 1987).

Мы подробно проанализировали два во многом контрастных кризиса. Первый пришелся на раннюю-среднюю юру (155-195 млн. лет назад). Он легко выявляется на кривых динамики разнообразия наземных позвоночных на уровне как семейств, так и родов четвероногих, тетрапод (рис. 7). Этот кризис не сопровождался сравнимыми изменениями других организмов (Каландадзе, Раутиан, 1983, 1993б). Число палеонтологически известных из этого интервала таксонов тетрапод удивительно невелико. Основное вымирание произошло, по-видимому, в самом конце триаса — начале юры. Внутри тетрапод оно охватило все крупные таксоны и все экологические типы (жизненные формы) в различных размерных классах. Другой кризис пришелся на конец раннего- начало позднего мела (110-80 млн. лет назад). Он давно известен палеоботаникам, проводящим здесь рубеж мезофита и кайнофита - подразделений, соответствующих мезозою и кайнозою, но не совпадающих с ними (рубеж мезозоя и кайнозоя проводится на уровне 65 млн лет). Тогда же произошли крупные изменения в ряде групп наземных и пресноводных животных (Жерихин, 1979), детально проанализированные, в частности, для насекомых (Жерихин, 1978; Расницын, 1988) (рис. 8). Более подробные фактические данные обоих кризисов можно найти в цитированных работах.

При детальном рассмотрении любая смена биоты оказывается сложным процессом, распадающимся на несколько этапов. Анализируя изменения насекомых в мелу, А.П. Расницын (1988) выделил четыре фазы кризиса, названные им подготовительной, парадоксальной, драматической и успокоения. В той или иной форме они прослежены и для некоторых других кризисов, а случаев, когда общая картина оказывалась бы явно иной, не обнаружено (Барсков и др., 1996), так что универсальность этих фаз не доказана, но весьма вероятна. Для каждой фазы характерен свой набор симптомов (Каландадзе, Раутиан, 1993а). Рассмотрим подробнее особенности этих фаз и возможные механизмы процесса.

ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ ФАЗА (предкризис)

Кризис предваряется интенсификацией появления и вымирания таксонов, но число появлений растет быстрее, так что в итоге скорость обновления биоты увеличивается при сохранении роста общего числа таксонов. Основная масса появлений приходится на долю специализированных ценофилов, но отмечаются и новые ценофобные группы, иногда высокого ранга. На территориях, где позднее развернется кризис, часто устанавливается более или менее континуальная, относительно слабо географически дифференцированная биота. Кризису может предшествовать кризис (или кризисы) меньшего масштаба. Эти процессы соответствуют подготовительной фазе, которую точнее называть предкризисом. Интерпретировать их можно с позиций эволюции как таксонов (филогенеза), так и сообществ (филоценогенеза), но, чтобы понять суть процесса, оба подхода необходимо совместить в единой модели эволюции сообщества и составляющей его биоты (Каландадзе, Раутиан, 1992, 1993б) (рис. 9).

На ранних стадиях филоценогенеза ценотическая система состоит из относительно немногих широких, сильно перекрывающихся и слабо взаимно адаптированных ниш. Такая система имеет низкую экологическую устойчивость: она слабо нейтрализует последствия неизбежных колебаний условий, реагирует на них заметными подвижками во внутренней структуре и сохраняет в биотических взаимодействиях существенную стохастическую компоненту. Ее члены как экологически, так и морфофизиологически (организационно) генерализованы (слабо специализированы) и имеют значительный потенциал приобретения адаптаций в различных направлениях. Те из них, которые начинают специализироваться в направлении адаптации к своему

ценогическому окружению (ценофилизации), используют ресурсы сообщества эффективнее и постепенно вытесняют неспециализированные виды. Первые же шаги по пути встраивания в ценоз определяют высокую вероятность ее дальнейшего совершенствования. В этом направлении действует организация эволюционирующего вида, так как поддержание и развитие имеющихся генных и онтогенетических механизмов более вероятно, чем приобретение новых. И отбор поддерживает возникшую адаптацию по той причине, что попытки отказаться от нее и заменить ее иными чаще будут повышать смертность, чем снижать ее. В том же направлении ведут и ценогические взаимодействия. Например, в ответ на защитные адаптации жертвы хищник совершенствует поиск или преследование добычи, усиливая давление отбора на жертву в прежнем направлении и увеличивая для нее риск при смене специализации.

Благодаря такому совпадению эволюционные тенденции сообщества и составляющих его таксонов поддерживают и усиливают друг друга. Общее направление эволюции сообщества делается все более устойчивым и предсказуемым. Основной тенденцией эволюции членов сообщества становится сужение фундаментальных ниш (для надвидовых таксонов - адаптивных зон) вследствие замены менее специализированных форм все более специализированными. Число ниш, плотность их упаковки и уровень взаимной адаптации растут, объем ниш и степень их перекрытия уменьшаются, контраст сообщества с экотонами усиливается. Плотная упаковка ниш и специализация их носителей позволяют сообществу не реагировать на все более широкий круг флуктуаций условий, однако только тех флуктуаций, с которыми оно уже сталкивалось в ходе эволюции, исторически знакомых ему.

При сужении ниш объем ресурса, используемого каждым видом-специалистом, уменьшается. Хотя параллельно эффективность его использования растет, величина этого ресурса не может быть сколь угодно малой, и это рано или поздно кладет предел росту специализации. В результате согласованность тенденций эволюции сообщества и его членов нарушается. Ценоз не поощряет дальнейшую специализацию, но не в силах ее остановить, ибо автоматизм специализаций членов системы все менее поддается регуляции и согласованию.

По границам ниш в лицензии сохраняются экологические лакуны - области, в которых ресурс недоступен или малодоступен. Так, если специализация происходит по содержанию воды в пище, некоторая средняя область становится малопригодной для специализированных потребителей как сухого, так и сочного корма.

Первоначально лакуны заполняются новыми специалистами, но по мере уплотнения упаковки ниш объем каждой лакуны становится все меньше и вероятность ее специализированного освоения снижается. Число лакун растет с ростом числа ниш, так что их суммарный объем остается значительным. Использовать его могут лишь виды-генералисты, каждый из которых способен эксплуатировать сразу целый ряд лакун между нишами видов-специалистов. В пределах появления видов с широким экологическим диапазоном становится единственной возможностью дальнейшего освоения ресурса. Но отход от специализации тем менее вероятен, чем она уже, а возможности сужения ниш исчерпываются лишь при очень узкой специализации. В итоге возможности популяций и требования к ним делаются несовместимыми: виды-специалисты не способны перейти к перспективной стратегии генералистов, а дальнейшая специализация в перенасыщенном сообществе невозможна.

Это способствует вторжению неразборчивых к среде видов из экотонов. Вытеснить специалистов они не могут, так как в пределах своих ниш специалисты конкурентоспособнее, но зато пришельцы легко занимают участки лицензий, освобождающиеся при учащающихся вымираниях членов сообщества. В этих участках вновь становится высоко вероятной специализация. В сообществе появляется и постепенно расширяется новая эволюционная формация специалистов, возникающая на основе исходно генерализованных вселенцев. Со временем их специализация, в свою очередь, превышает оптимальный уровень, и процесс повторяется, порождая всякий раз очередную формацию специалистов с постепенным исчезновением реликтов предыдущих формаций. Эта схема подтверждается палеонтологически. Так, в изолированных друг от друга северо- и южноамериканских фаунах млекопитающих в мелу и кайнозое параллельно прослеживаются появление специалистов первой формации, вытеснение ими генералистов, новое повышение роли генералистов и возникновение на их основе второй формации специалистов (Каландадзе, Раутиан, 1992, 1993а).

Итак, в ходе филоценогенеза устойчивость сообществ закономерно меняется, причем колебания экологической и эволюционной устойчивости не совпадают. Первоначально сообщество менее экологически стабильно, но его эволюционные тенденции более устойчивы. Позднее плотная упаковка ниш и высокая специализация их обладателей повышают устойчивость системы к вариациям параметров среды в исторически знакомых внешних условиях. Иными словами, увеличивается специализация не только членов сообщества, но и его самого. Эффективность нейтрализации таких экологических колебаний оплачивается ценой роста вероятности реорганизации при неожиданных переменах. На этапе вторжения видов-генералистов экологическая устойчивость вновь падает, а эволюционная флуктуирует. По мере роста числа специалистов новой формации снова наступает экологически устойчивое, но эволюционно тупиковое состояние, характерное для перенасыщенной нишевой структуры.

Именно потому, что вероятность кризиса зависит от стадии филоценогенеза, сообщества и демонстрируют в геологическом времени широкий спектр несходных ответов на сходные воздействия. Суть предкризиса заключается в повышении чувствительности сообщества как к внешним, так и к внутренним изменениям. Абиотические события, скорее, провоцируют развитие кризисов, подготовленных состоянием сообществ, чем являются их причиной (Жериних, 1978; Каландадзе, Раутиан, 1993б; Вахрушев, Раутиан, 1993; Пономаренко, Дмитриев, 1993). Если в разных регионах сообщества находятся на разных этапах филоценогенеза, их реакция

на одно и то же воздействие окажется несравнимой. Поэтому глобальные кризисы более вероятны при слабой дифференциации географической среды и соответствующей ей биоты.

Следует подчеркнуть роль экотонных ценофобов, вовлекаемых в сообщество экологическим притяжением.

Последствия их внедрения противоречивы. С одной стороны, они смягчают эффект нишевого перенасыщения, заполняя лакуны и восполняя вымирания, поэтому дефицит таких видов в окружении сообщества может способствовать развитию кризиса. С другой стороны, вторжение исторически не связанных с сообществом ценофобов может его разрушить. Оба варианта, по-видимому, реализуются в природе.

Разрушительным воздействием вселенцев предположительно объясняется среднемеловой кризис (Жерихин, 1978). Ценотическое притяжение сказывается не только на отдельных неспециализированных видах, но и на их совокупностях, вызывая порой включение в сукцессионную систему новых сообществ, возникших из группировок. Поскольку группировки связаны с нарушенными участками, они присоединяются к системе как новые раннесукцессионные стадии. Так, цветковые растения сформировались, по-видимому, как ценофобы. В стабильных сообществах к этому времени уже возникли специализированные связи между насекомыми и насекомопопьяемыми голосеменными (беннетитами и, вероятно, некоторыми другими), но для этих последних насекомопопьяение не было основным направлением специализации и оставалось низкоэффективным.

Разреженные популяции ценофобных цветковых не могли сформировать собственный комплекс специализированных посетителей цветков, но их адаптация к опылителям из соседних сообществ была высоко вероятной, так как насекомопопьяение при низкой плотности крайне выгодно. Через нее и шло втягивание цветковых в ценотическую структуру. Благодаря естественной для неспециализированных видов эволюционной пластичности они быстро превзошли ценофильных голосеменных по эффективности насекомопопьяения и одновременно оптимизировали другие адаптации к нарушенным местообитаниям, вытесняя из них раннесукцессионные виды-специалисты. Из-за свойств цветковых, в частности почвообразовательных, чуждых прежним системам, замена пионерных сообществ сделала поддержание ранее сложившихся сукцессий невозможным. Занятые складывающимися сообществами цветковых нарушенные участки необратимо выпадали из ареала прежних сукцессионных систем, который постоянно сокращался. Прежние климаксы дольше сохранялись на водоразделах, где природные нарушения редки, а в более динамичных местообитаниях из потомков ценофобов складывались новые сукцессионные системы, в конечном счете распространившиеся и на водоразделы.

Что касается второго возможного случая - недостатка неспециализированных видов, то он возникает из-за закономерного сокращения площади экотонов. Для любой популяции существует минимальный размер территории, на которой она может существовать. Для крупных организмов или видов со сложной территориальной, стадной и т.п. организацией он довольно велик, и при малой площади экотонов ценофобы среди них практически исчезают. Для небольших организмов, способных сохраняться в малых убежищах, исчерпание экотонного резерва видов-генералистов возможно разве что на небольших изолированных островах. Поэтому кризисы, связанные с дефицитом генералистов, должны быть высоко избирательными.

Предположительно таким образом объясняется юрский кризис среди тетрапод (Каландадзе, Раутиан, 1992, 19936).

КРИЗИС. ПАРАДОКСАЛЬНАЯ И ДРАМАТИЧЕСКАЯ ФАЗЫ

Сам кризис выражается в быстром вымирании и появлении большого числа таксонов, в том числе высокого ранга, крупных экологических новациях и смене доминантов. Картина изменений весьма пестра. Одни таксоны высокого ранга замещаются эволюционно преемственными, другие вымирают, не оставляя потомков.

Происхождение некоторых новых групп выглядит загадочным, их вероятные предки не представлены в палеонтологической летописи накануне кризиса. Многие появляющиеся таксоны вскоре исчезают. Регулярно встречаются таксоны, редкие в палеонтологической летописи как до, так и после кризиса; другие, напротив, временно становятся редкими или даже выпадают из летописи. Преобразуется экологическая структура биоты. Вымирание охватывает прежде всего специализированных ценофилов, причем перед исчезновением часто наблюдаются их быстрые эволюционные изменения, но не только их. Выжившие родственники прежних доминантов зачастую сохраняются лишь как экологически и географически ограниченные реликты. Для многих вымирающих таксонов в новой биоте нет экологических аналогов, которые могли бы их вытеснить. Интенсивно меняются малоспециализированные ценофобы, нередко в направлении быстрой односторонней, или инадаптивной (Расницын, 1987), специализации. Все эти процессы ведут к резкой смене состава биоты в отношении как таксонов, так и жизненных форм. Биогеографическая дифференциация неустойчива.

Как ни пестра картина изменений, они обнаруживают упорядоченность, позволяющую разделить кризис на парадоксальную и драматическую фазы.

Парадоксальная фаза характеризуется медленным по сравнению с предкризисом обновлением биоты, отчасти из-за некоторого снижения темпов вымирания, но особенно из-за резкого падения темпов появления. Общий баланс смен смещается в сторону вымираний, суммарное число таксонов падает. Наиболее заметно вымирание специализированных ценофилов, появления же отмечаются главным образом среди ценофобов. Доля высокоспециализированных групп в целом снижается. Здесь же концентрируются находки реликтовых таксонов, исчезавших из палеонтологической летописи до кризиса. Состав биоты сильно варьирует не только от одного местонахождения ископаемых остатков к другому, но часто и от слоя к слою, причем захоронения, сходные по составу с докризисными, чередуются с содержащими биоту либо уникального для кризиса, либо

уже более или менее посткризисного облика. Тенденции географической дифференциации улавливаются с трудом.

В драматической фазе и вымирание, и особенно появление интенсифицируются, восстанавливается преобладание появлений и вновь растет, причем быстро, общее число таксонов. Здесь преимущественно концентрируются случаи быстрой специализации и находки специфичных для эпохи кризиса групп.

Намечается, а затем усиливается специализация внутри адаптивных зон новых доминирующих таксонов.

Сохраняется высокая изменчивость захоронений по составу, но комплексы посткризисного облика встречаются все чаще, а их экологическая и географическая дифференциация делается отчетливее. На фоне стабилизации биоты наблюдаются повторные кризисы меньшего масштаба, охватывающие лишь некоторые типы сообщества или их отдельные блоки и становящиеся все более географически локальными.

Чтобы понять закономерности собственно кризиса, вспомним еще раз, что и сукцессионные системы, и сообщества, и их блоки состоят из реализованных ниш, связанных эволюционно сложившимися взаимными адаптациями и образующих частью соподчиненные (иерархические), частью пересекающиеся (сетевые) подсистемы. В общих чертах их организация автомодельна, то есть иерархично-сетевой принцип организации системы повторяет принцип организации ее частей. Популяции, взаимодействующие в рамках одного структурного блока, наиболее адаптированы друг к другу и наиболее взаимозависимы, поэтому поддержание гомеостаза каждой из них поддерживает и гомеостаз всего блока. На следующей ступени иерархии коадаптированными элементами служат блоки низшего уровня, гомеостаз которых поддерживает гомеостаз объемлющего блока, и так далее. Все они связаны общими элементами, как бы "сшивающими" друг с другом иерархии гильдий, консорциев, трофических и регуляторных цепей, сукцессий, так что гомеостаз элементов поддерживает гомеостаз не только самого блока, но и пересекающихся с ним блоков (в конечном счете всей системы). Необходимое условие сохранения гомеостаза - точность воспроизведения реализованных ниш и межнишевых связей.

В сообществе реализованные ниши как бы "вырезаются" из фундаментальных системой взаимодействий с другими его членами и имеют, в сущности, коллективную природу: точность воспроизведения каждой из них зависит от точности воспроизведения остальных. При изменении связей реализованная ниша немедленно меняется, смещаясь в пределах фундаментальной. Некоторая возможность такого смещения всегда есть, ибо, хотя отбор стремится приблизить фундаментальную нишу к реализованной, их полное совпадение недостижимо. Кроме того, популяции одного вида обычно существуют в различных ценозах и даже эпизодический генетический обмен между ними поддерживает большой объем фундаментальной нити.

Возможности сдвига реализованной ниши полностью определяются параметрами фундаментальной ниши - экологическими потенциями вида. Возможности более медленных изменений самой фундаментальной ниши также ограничены предшествующей историей вида, его адаптациями и специализациями. Таким образом, при любом изменении структуры ценоза определяющую роль начинают играть уже не реализованные, а фундаментальные параметры ниши. Но если реализованные ниши в сообществе коллективны, согласованы в ходе совместной эволюции, то филогенетическая история видов остается индивидуальной. Поэтому нарушение взаимосвязей означает рассогласование реализованных ниш, их индивидуализацию.

Утрата всех коадаптаций не может произойти одновременно. При этом поскольку параметры ниш меняются несогласованно, с точки зрения ансамбля ниш случайным образом, то сохранение одних связей требует утраты или деспециализации других. Например, сужение реализованных ниш одновременно по питанию и по местообитанию подразумевает гарантированное присутствие необходимой пищи в необходимом местообитании. Если оно перестает быть гарантированным, то сохранение пищевой специализации влечет за собой понижение жесткости требований к местообитанию, и наоборот. Выбор в пользу сохранения некоторых связей, совершаемый популяцией, означает выбор в пользу гомеостаза одного из блоков. Все члены блока, совершившие одинаковый выбор, отбираются по критерию взаимного согласования их новых реализованных ниш и одновременно по ослаблению связей с другими блоками. В результате блок не только преобразуется, но и обособляется от других. Относительная роль иерархического компонента организации растет, а сетевого снижается из-за распада связей, "сшивавших" иерархии друг с другом. Разрыв сетевых связей с суверенизирующимся блоком меняет конфигурацию связей в других блоках, где начинаются аналогичные процессы. Тенденция каждого блока к поддержанию своего гомеостаза уже не поддерживает гомеостаз системы в целом, а, напротив, разрывает ее на более или менее случайно взаимодействующие друг с другом группы ниш. Часть ниш теряет связь с какими-либо блоками вообще.

Ход процесса осложняется тем, что в нем участвуют члены не только данного блока и даже не только данной системы. Через любое сообщество постоянно проходит поток случайных мигрантов из других сообществ той же сукцессионной системы, из экотонных и из других сукцессионных систем. В устойчивом сообществе их шансы прижиться и основать устойчивую популяцию минимальны: коадаптивные связи членов сообщества много более устойчивы, чем новые связи, могущие возникнуть с ними у мигрантов, и эффективность использования последними ресурсов сообщества, а значит, и их конкурентоспособность в нем соответственно низки.

Сообщества как бы фильтруют поток мигрантов. Их сопротивляемость вселениям очень велика. В итоге из множества заносных видов лишь единицы проникают в местные сообщества, а большинство вливается в состав экотонных группировок (Жерихин, 1987). Разрушение взаимных адаптаций делает внутрисистемные связи более гибкими. Пришельцы еще более "разрыхляют" совокупности, усиливая индивидуализацию ниш и блоков; это способствует дальнейшему облегчению вселений. Возникает положительная обратная связь,

поддерживающая деструкционный вектор процесса.

При разрушении системы в числе наиболее уязвимых оказываются популяции, наиболее прочно связанные с ценозом, в том числе доминантные, у которых реализованные параметры ниш были близки к фундаментальным и не могут заметно измениться без изменения последних. Но именно эти популяции определяют общую структуру устойчивого сообщества, будучи наиболее конкурентно мощными, наиболее предсказуемыми и наиболее средообразующими (ключевыми или эдификаторными) его компонентами. Их порог устойчивости определяет порог устойчивости сообщества в целом: если он перейден, меняется структура всего нишевого пространства. Ниши других, зависимых от них ценофилов становятся неадекватными меняющейся структуре взаимодействий и либо эволюционно меняются, либо исчезают из совокупности за счет вытеснения их носителей в группировку или за счет вымирания. Менее специализированные популяции в среднем и менее уязвимы. Этим объясняется, в частности, феномен появления в палеонтологической летописи ранее исчезнувших из нее реликтовых групп (рекурренции). В целом судьба таксонов во время кризиса больше зависит от их предшествующей истории, чем от истории данного сообщества.

Вследствие автономности ценологических структур деструкция протекает принципиально одинаковым образом вне зависимости от того, на каком уровне ценологической организации она началась. Распад блока нарушает точность воспроизведения более высоких уровней организации, и деструкция распространяется "вверх" (по иерархии) и "вбок" (по сетевой структуре). Картина деструкции весьма сложна и определяется множеством факторов, но мало зависит от причины, вызвавшей начало разрушения. Чем бы ни была инициирована деструкция, она превращает сообщество в группировку все более независимых блоков, реликтов прежней организации и их бесструктурного неспециализированного окружения. Сами блоки также не гарантированы от дальнейшего распада, поскольку их устойчивости угрожает непредсказуемость взаимодействий с этим окружением. Их деструкция происходит по той же схеме: через ослабление связей между подсистемами низшего порядка. Таким образом, деструкция может распространиться по организации системы также и "вниз". Иерархичность структуры делает распространение процесса ступенчатым: и "вниз", и "вверх" оно происходит не беспорядочно) а последовательно, с одной ступени организации на другую. В пределе деструкция превращает совокупность в группировку полностью индивидуализированных ниш. Реально распад системы протекает не в чистом виде, а сочетается с формированием новых структур. По мере ослабления ценологических ограничений эволюция популяций становится все более быстрой и менее канализованной. При этом они испытывают экологическое притяжение со стороны самых устойчивых компонентов их окружения - реликтовых автономных блоков, выступающих в роли своего рода "центров кристаллизации" вновь складывающейся структуры. Эти блоки сохраняют ряд черт, унаследованных от прежней организации, а их связи с внешними нишами или их группами устанавливаются тем легче, чем более эти последние по некоторым важным характеристикам сходны с прежними ценологическими соседями блока. В результате даже при крупных деструкциях может наблюдаться неожиданно высокая структурная преемственность между докризисными и посткризисными сообществами. С другой стороны, в ходе кризиса сами блоки меняются, а создающаяся вокруг них структура воспроизводит докризисную лишь приблизительно. Поскольку в группировке деструкционного происхождения таких "центров кристаллизации" более одного, высоко вероятен конфликт сложившихся вокруг них несогласованных структур. Следствием конфликта может быть либо расхождение этих структур в лицензионном пространстве, либо формирование между ними коадаптаций и интеграция в единую систему, либо возобновление деструкции.

Чем глубже разрушение ценологической системы, чем более совокупность приближается к идеальной группировке, тем резче проявляется противодействующий деструкции вектор самоорганизации, поскольку в менее структурированной совокупности новые коадаптаций формируются быстрее и легче. Однако быстрая эволюция в условиях жесткого отбора приводит многие популяции к односторонней специализации, оказывающейся позднее, на фоне медленнее возникающих, но сбалансированных (оптимизированных) по большому числу параметров адаптаций, конкурентно невыгодной. Это, как и "афтершоки" кризиса, связанные с конфликтом структур, сформированных разными "центрами кристаллизации", осложняет картину компенсаторной конструкции.

Все сказанное объясняет как разницу между парадоксальной и драматической фазами кризиса, так и их общие характеристики. В филоценогенезе постоянно сочетаются деструкционные и самоорганизационные тенденции, но их баланс меняется. В предкризисной фазе процессы разрушения выражены слабо и легко уравниваются. Такая картина может наблюдаться в течение длительного времени. В начале парадоксальной фазы масштаб нарушений превышает порог устойчивости системы и начинается необратимая деструкция лавинного типа, обнаруживающая себя по превышению числа вымирания над числом появлений. Это самая кратковременная фаза процесса и единственная, начало которой должно быть достаточно резким. По мере развития деструкции усиливается компенсаторный самоорганизационный вектор. Когда он становится более заметным, чем деструкционный, процесс переходит в драматическую фазу, для которой характерны многочисленные, быстрые и слабо упорядоченные новообразования. Драматическая фаза в стабильной обстановке также сравнительно кратковременна, хотя и продолжительнее парадоксальной, и постепенно переходит в посткризисную.

Фаза успокоения (посткризис) характеризуется замедлением появления и особенно вымирания при положительном балансе таксономического разнообразия. Относительно быстро окончательно складывается основа новой биоты, отчетливо отличной от докризисной, устанавливается новый устойчивый набор

жизненных форм и состав доминантов. Сообщества докризисного типа могут местами сохраняться, постепенно сокращаясь. По мере их отступления некоторые их члены переходят в экотоны, но в формировании новых сообществ участвуют редко. Когерентная эволюция восстанавливается, прерываясь все более редкими вспышками формообразования. Биогеографическая дифференциация усиливается. На этом этапе происходят стабилизация и оптимизация той новой структуры, которая начала складываться на драматической фазе кризиса. Роль деструкций уменьшается, а конструкции становятся все более упорядоченными и согласованными. Основные закономерности этого этапа соответствуют описанным ранее для межкризисного периода. Первоначально они нарушаются "афтершоками" кризиса, постепенно делаясь все более редкими и менее выраженными.

Подчеркнем еще раз: была ли "поломка" ценотических регуляторов спонтанной или связанной с внешними воздействиями на систему, результат ее будет одним и тем же. Устойчивость системы и вероятность "поломок" зависят от ее состояния и истории, поэтому ни один кризис нельзя рассматривать как чисто экзогенный. Разрушение прежней ценотической структуры не является пассивным, и его ход и последствия даже при внешнем воздействии зависят от того, насколько система внутренне "готова разрушиться". Более того, оно не происходит как "чистое" разрушение, а всегда включает также формирование новых, хотя бы эфемерных, структур внутри разрушающейся системы, появление которых влияет на ход ее деструкции.

СПЕЦИФИКА АНТРОПОГЕННОГО КРИЗИСА

Разрушение ценотических систем неизбежно связано с эволюционным ответом биоты. Обычно представление о том, что скорость филогенеза столь низка, что в человеческом масштабе времени им можно пренебречь, основано на оценках скорости возникновения новых таксонов в бескризисные периоды и почти несомненно ошибочно для кризисных ситуаций. Экспериментальные данные показывают, что при снятии ценотических ограничений вид, морфологически отличный от предкового и генетически изолированный от него, можно получить за первые десятки поколений (Шапошников, 1965). Известны примеры видов, связанных с хозяйственной деятельностью и возникших, несомненно, на памяти человечества, иногда заведомо в историческое время. Так, на Гавайях имеются эндемичные виды минирующих молей, связанные с завезенным полинезийцами бананом (Zimmermann, 1960). Что касается антропогенных изменений реализованных ниш, то их так много, что мы едва ли вообще можем судить о естественной структуре большинства современных сообществ. Возможно, что антропогенные преобразования приблизили их к группировкам, и современные оценки уровня континуальности живого покрова относятся именно к этой, по существу аномальной ситуации. Общие закономерности кризисных процессов в сообществах, как уже говорилось, одинаковы вне зависимости от причины, спровоцировавшей переход от предкризиса к лавинной деструкции. Соответственно и антропогенный ценотический кризис должен им подчиняться, и многие его тенденции и последствия поддаются прогнозу. Скептицизм, выражаемый в этом отношении некоторыми исследователями (см., например, Пузаченко, 1993), представляется чрезмерным. Можно указать наиболее уязвимые таксоны и жизненные формы организмов, наиболее вероятные направления экологических адаптаций в антропогенной среде, прогнозировать ускорение и уменьшение канализованности эволюции популяций и т.д. Однако конкретные условия придают каждому кризису определенное своеобразие. Вспомним, сколь различны раннеюрский и среднемеловой кризисы.

Очевидно, что некоторые черты ожидаемого в ближайшем будущем, а возможно, и уже начавшегося антропогенного кризиса должны отличать его от большинства или даже от всех кризисов, ранее испытанных биотой. Так, он разворачивается в глобальном масштабе, но на фоне очень высокой географической дифференциации, повышающей сопротивляемость биоты в целом и делающей различными тенденции процесса в разных регионах. Подобные ситуации могли возникать, например, при некоторых глобальных изменениях климата, но сейчас региональная дифференциация биот быстро снижается за счет массовых антропогенных внедрений посторонних видов. Столь быстрого увеличения однородности биоты, на фоне резкой предшествующей дифференциации, ранее не происходило. Баланс разнонаправленных тенденций в данном случае действительно трудно предсказать.

Не имеет прецедентов и глобальный кризис, спровоцированный деятельностью единственного вида. Сам этот вид во много необычен. Экологическая неразборчивость *Homo sapiens* уникальна и возникла на базе весьма гибкой, по меркам млекопитающих, организации. Однако его эволюционные потенции в морфофизиологической области едва ли велики даже в принципе - из-за медленного развития и умеренной плодовитости - и дополнительно снижаются из-за сложной социальной организации, еще ограничивающей плодовитость и увеличивающей сроки выращивания потомства. Сама же социальная организация крайне лабильна, и именно она играет решающую адаптивную роль. Поэтому обоснованный прогноз антропогенного кризиса с неизбежностью должен включать и прогноз эволюции человеческих социумов в ходе этого кризиса. Еще одна очевидная специфическая черта - способность человека к рассудочной деятельности. Ни один из ранее действовавших факторов, провоцировавших кризисы, не реагировал на возникающие эффекты сознательно. Впрочем, сознательность реакции человечества тоже не стоит преувеличивать. Она может быть успешной, если процесс детерминистичен, а его закономерности хорошо известны. Ценотические кризисы не детерминистичны, и их ход и последствия даже при хорошем знании закономерностей поддаются лишь вероятностному прогнозу. Это открывает возможность минимизации нежелательных последствий или их разумной компенсации, но не управления процессом. Наши знания о его закономерностях также очень далеки от удовлетворительных. Их все же достаточно, чтобы заключить, что большинство пока предлагаемых рецептов

предотвращения кризиса или смягчения его последствий исходит из ложных посылок. Так, создание грамотно спланированной сети природных резерватов может предотвратить массовое вымирание существующих видов, обеспечить сохранение всех существующих ныне сукцессионных систем в течение неопределенно долгого времени и даже восстановление организации уже сильно нарушенных систем. Однако, если вне резерватов согласованность ценотической организации упадет ниже критической, то кризис биоты, сопровождающийся быстрой и плохо предсказуемой разнонаправленной эволюцией множества популяций, все равно наступит. Таким образом, резерваты решают важную прагматическую задачу сохранения в условиях кризиса видов, которые могут быть впоследствии использованы человеком для каких-либо целей, но не предотвращают сам кризис. Надежды на "экологическую инженерию", создающую новые сообщества искусственно, иллюзорны. Искусственно сконструировать устойчивое сообщество невозможно в принципе: его устойчивость создается не тем, что совокупность его членов осуществляет все необходимые ценотические функции, а тем, что они осуществляют ее согласованно; устойчивы лишь эволюционно возникающие и оптимизирующиеся связи взаимной адаптации. Сообщество органично, а не механично, и искусственная сборка устойчивого сообщества столь же неосуществима, как и живого организма. Во многом утопична и надежда на "чистые" технологии, которые оцениваются экологически некорректно. Электромобиль представляется "чистым" транспортным средством лишь пока мы сравниваем его с автомобилем по непосредственно производимому загрязнению и не учитываем загрязнений, связанных с производством его самого и необходимой ему электроэнергии. Это не означает, что технологии вообще невозможно экологически оптимизировать, но для этого требуется оценка роста или снижения угрозы природным системам со стороны социальных систем в целом, а не отдельных отраслей хозяйства и тем более отдельных технических средств. Пока методик такой интегральной оценки не существует, о сознательной оптимизации технологий говорить не приходится. Наконец, сама изменчивость технологий создает, возможно, самую специфическую черту антропогенного кризиса. Адаптивные возможности живого чрезвычайно высоки, и большинство антропогенных загрязнений не создает реальной угрозы жизни вообще. Едва ли они создадут такую угрозу и в будущем - хотя бы потому, что человек при всей его экологической неразборчивости обладает меньшим диапазоном устойчивости по нересурсным лимитирующим факторам, чем жизнь в целом, а потому неизбежно исчезнет раньше, чем она. Остановить филогенетический поток жизни человек практически не в состоянии: живые организмы способны адаптироваться даже к крайне слабо предсказуемой среде за счет сочетания высокой плодовитости, компенсирующей высокую смертность, с высокой изменчивостью. Иначе обстоит дело с эволюцией ценозов. Устойчивые сообщества существуют, например, в районах с аномально высоким природным фоном радиоактивности или высоким содержанием в почве тяжелых металлов. Для этого, однако, необходимо, чтобы сама аномалия была константной. Иными словами, филогенез может создать устойчивую систему, хотя, разумеется, за довольно длительное время, при высоком содержании свинца или цинка, но она не может сложиться, если во время филогенеза исходное высокое содержание свинца последовательно меняется на высокое содержание цинка, меди, ртути и различных органических поллютантов в непостоянных комбинациях. В таких ситуациях многовидовая совокупность не в состоянии превратиться из группировки в сообщество. Ее группировочная организация, а соответственно и несогласованность эволюции популяций, будет сохраняться до тех пор, пока среда не станет достаточно стабильной. Быстрая смена технологий создает беспрецедентный уровень непредсказуемости среды. Трудно, однако, сказать, способно ли само человечество сохранять этот темп технологических преобразований сколько-нибудь долго, поскольку для социальной устойчивости он также неблагоприятен. Представление о естественности и неизбежности быстрого технологического прогресса основано на очень коротком отрезке истории, самое большее, со времени изобретения Уатта, и не подтверждается ее общим ходом. В среднем новые технологии возникали редко, и после относительно краткого периода бурного ("некогерентного") совершенствования надолго наступала технологическая стабилизация социума.

РЕЗЮМЕ

Биологическая эволюция в том виде, как она нам представляется по данным палеонтологии и синтетической теории естественного отбора, дает большой материал для обсуждения проблемы кризисов. Обнаруживаются черты как сходства, так и различия с критическими фазами в развитии тел неживой природы.

1. Главное сходство заключается в том, что и там и тут закономерно время от времени возникают экстраординарные состояния, кризисы, когда более или менее радикально меняется программа дальнейшей эволюции абиотических и биологических объектов. В науке о развитии жизни эти периоды именуется ароморфозами, сальтациями, некогерентной эволюцией. Во всех случаях перестройки программ обнаруживаются иерархическое строение, отражающее ярусную структуру самих эволюционирующих объектов. При этом деструкция, возникающая на одном из этажей иерархической пирамиды, способна передаваться как вверх, так и вниз по пирамиде, если система подготовлена к тому, чтобы отреагировать на возмущение.
2. Ни один биологический кризис, как и большинство кризисов абиотических систем, нельзя рассматривать как чисто экзогенный. Согласно изложенной модели, возникновение кризисов в эволюции живых систем (сукцессионных систем) определяется внутренней логикой развития, что характерно также для геологических и космических объектов. Независимо от того, была ли "поломка" ценотических регуляторов самопроизвольной или связанной с внешними воздействиями, результат ее один и тот же. Устойчивость системы и вероятность "поломок" зависят от ее состояния, достигнутого в ходе развития. Разрушение прежней структуры не пассивно, его ход и последствия даже при внешнем воздействии зависят от того, насколько система внутренне "готова

разрушиться".

3. Кризис не протекает как "чистое" разрушение, он всегда включает также формирование новых, хотя бы эфемерных, структур внутри системы, появление которых влияет на ход деструкции.

4. На биологическом уровне сохраняется типичная и для добиологического развития общая направленность эволюции систем, которая состоит в увеличении сложности, структурированности и согласованности поведения или когерентности систем. Все это может быть охарактеризовано как возрастание информационного содержания систем, понижение информационной энтропии. Во время критических фаз достигнутая согласованность в большей или меньшей степени нарушается. Но это частичное движение назад компенсируется возникновением новых структур, новых таксонов, принципов строения, механизмов саморегулирования, в конечном счете новых программ развития. После их согласования информация всей мегасистемы оказывается на новом, более высоком уровне.

5. Не менее важно рассмотреть те черты биологической эволюции и образования критических состояний, которые отличают ее от эволюции материи, не содержащей живого вещества. Остановимся на следующем. Биологические системы - проточные. В отличие от рассмотренных выше абиотических систем они питаются не лимитированным заданным изначально запасом энергии, а потоком, для живых систем практически неограниченным. Поэтому им не угрожает в обозримом будущем энергетическая смерть, циклы развития биоты определяются не израсходованием этого запаса, а саморазвитием структур. Само взаимодействие таксономических подсистем в сукцессионных системах приводит к торможению и невозможности дальнейшего развития, к тупику. Соответственно, преодоление порога и переход к новому циклу в биологии означают не появление нового источника энергии, например, реакции синтеза гелия, или способа передачи энергии (конвекции), а появление блоков, "кирпичей" с новыми свойствами. Новые виды, роды, семейства и т.п. открывают возможности для построения более сложных, более эффективно использующих ресурсы систем, для которых начинается свой цикл взаимных адаптаций, в свою очередь приводящий к следующему кризису. Таким образом, природа биологических кризисов имеет не столько энергетический, сколько информационный характер.

6. Способность биологических объектов от клеток до сукцессионных систем многократно в поколениях воспроизводить себя придает эволюции живой материи новое качество по сравнению с неживой. На место эволюции единичных объектов, со смертью которых обрывается их эволюционная нить, встает цепочка продолжающих друг друга элементарных циклов развития. Программа каждого следующего цикла задается не только внешними для системы общими законами природы: законом гравитации, сохранения и превращения энергии и др., а в большей степени строением самой системы, достигнутым в предыдущих циклах. Подобного явления в неживых системах мы не наблюдаем. Их развитие отвечает представлению биологов об онтогенезе, разворачивании свойств отдельного организма. В ходе эволюции наследственных цепочек, филогенезе, происходит смена программ онтогенезов. Таким образом, с появлением наследственности вся эволюционная система переходит на более высокий уровень иерархии. В отличие от индивидуальных систем наследственные цепи способны развиваться как бы бесконечно, пока позволяют внешние условия. Во всяком случае современная научная теория не дает оснований предвидеть внутренне необходимый предел биологической эволюции.

Для одиночных объектов неживой природы критическая фаза соответствовала единовременному возникновению ранее не существовавшей программы развития, ее преобразованию при переходе от фазы к фазе и прекращению ее действия вместе с концом существования системы. Дарвиновская теория позволила перенести внимание исследователей с моментов включения и выключения программ на их замену и усовершенствование, на направленную составляющую, тренд.

7. Эволюционная теория в наши дни еще не дает ответа на вопросы о том, закономерна ли видимая направленность эволюции живого вещества, существует ли целесообразность или целенаправленность, куда направлено развитие, каковы критерии, задающие направление. Тем не менее мы можем говорить о некой интуитивно понимаемой эффективности последовательно возникающих биологических систем разного ранга. В связи с этим появляется возможность считать послекризисные состояния систем в целом более эффективными, хотя критерии этой эффективности еще предстоит сформулировать.

8. В видимом противоречии с предыдущим утверждением находится закономерность усиления случайной компоненты с возникновением биологической эволюционной системы. Развитие систем неживой природы происходит по более детерминированной программе из-за того, что в точках бифуркации разнообразие альтернативных путей дальнейшего движения обычно не превышает двух. Часто это выбор между вариантами: продолжать развиваться по прежнему пути или перейти на новую программу. Возможности выбора, которые предоставляет живым организмам механизм мутаций, несравненно шире, и соответственно резко повышается неопределенность будущих программ. Неопределенность почти полностью исключается в периоды спокойной эволюции благодаря ценотическому контролю, но с первыми признаками деструкции сообществ предсказуемость эволюции идет круто вниз. В посткризисную фазу детерминированность развития постепенно восстанавливается.

9. Предлагаемая модель позволяет разделить кризисную фазу эволюции на стадии и дать объяснение их особенностям.

Наиболее существенной представляется возможность проследить процессы, происходящие в стадии предкризиса, скрытые от поверхностного наблюдения, но подготавливающие будущее крушение системы. На

общем спокойном фоне эволюционной фазы идет медленный отбор, направленный на специализацию популяций, прочно связанных с биоценозом, ценофилов. Это означает, что их реализованные, а затем и фундаментальные экологические ниши становятся все более узкими, а упаковка ниш в экологическом пространстве все более плотной. Все более жесткая структура сообществ увеличивает свою устойчивость по отношению к обратимым колебаниям внешней среды, прежде всего климата, а также к внедрению новых видов, перестает реагировать на эволюционно знакомые возмущения. С другой стороны, одновременно теряется эластичность сообщества, способность измениться, чтобы сохраниться. Становится все более низким порог воздействий, за которым начинаются необратимые лавинообразные процессы распада сообществ на блоки и отдельные популяции. Возрастает вероятность "срыва" даже при не очень сильных возмущениях, если они "неожиданны" для системы. Внешние воздействия выполняют роль спускового крючка, тогда как "заряжается" ружье самопроизвольно идущей микроэволюцией в стадии предкризиса. В конце стадии специализация популяций начинает тормозиться посредством усиливающегося контроля со стороны сообщества, но сужение ниш выгодно видам, позволяет экономить энергетические затраты и потому продолжается. Устойчивость ценозов, понимаемая как запас прочности, снижается.

10. Кризис распадается на две подстадии. Первая, названная парадоксальной, характеризуется преобладанием вымираний ранее существовавших таксонов над появлением новых. В первую очередь выбывают из игры наиболее специализированные виды, часть ниш остается некоторое время незаполненной, как бы расчищается место для прихода новых форм. Благодаря возникающим вслед за толчком положительным обратным связям разрушение ценологических структур происходит бурно, за относительно короткий срок. Из-за ослабления ценологического контроля резко возрастает макроэволюционное образование новых форм организмов, в том числе высоких таксономических рангов.

Развитие событий со временем приводит к перевесу порождения таксонов над их исчезновением, происходит переход к драматической подстадии кризиса. Для нее характерно особенно бурное увеличение ранее не известных групп организмов с постепенным установлением нового, все более стабильного порядка взаимоотношений в ценозах вследствие взаимной адаптации. Процесс поддерживается положительной обратной связью.

11. Посткризисная стадия знаменуется экстенсивным распространением в экологическом пространстве возникших таксонов и переходом к спокойной эволюции.

12. Крайне упрощенная схема прохождения кризиса отражает

Анатомия кризисов/ А.Д. Арманд, Д.И. Люри, В.В. Жерихин и др. - М.: Наука, 1999. - 238 с.

Глава IV. КРИТИЧЕСКИЕ МОМЕНТЫ В РАЗВИТИИ ПОЧВ

"Снег считают саваном омертвевшей природы; но он служит первопутком для жизненных припасов. Так разгадайте же природу!"

Козьма Прутков

Почва в том понимании, как ее определил В.В. Докучаев, представляет собой систему, отличную как от абиотических систем типа звезд или планет, так и от чисто биологических комплексов. Развитая почва представляет собой подсистему биогеоценоза. Живые и неживые компоненты не существуют в ней один без другого. Каждый из компонентов вносит свои особенности в поведение целого.

Развитие почвы от начального момента до завершения отвечает биологическому представлению об онтогенезе, индивидуальном развитии организма. Это законченный цикл необратимых изменений, не наследуемых, в отличие от филогенеза, в цепи поколений. В этом эволюция почвенного тела аналогична эволюции Земли, горной или речной системы. Но цикл развития гор и рек завершается равновесием в термодинамическом смысле слова, энергетической смертью системы, а развитие почвы - гомеостатическим состоянием, отличающимся высоким энергетическим потенциалом. Это состояние свойственно проточным, открытым для потока энергии, саморегулируемым системам любой природы, например, ледникам. Особенность гомеостаза почвы в том, что он определяется обратными связями, замкнутыми через бактериальные, растительные и животные компоненты. Благодаря организмам затраты энергии на преобразование структуры системы постепенно сменяются затратами на бесконечно идущий круговорот органического и неорганического вещества.

Изменения, происходящие в структуре почвенной системы, являются лишь внешним отражением смены программ развития, смены элементарных почвенных процессов. "Включение" программ происходит одномоментно (в так называемый нуль-момент), когда горная порода, следуя траектории развития суперсистемы - рельефа земной поверхности - обнажается, входит в соприкосновение с новой средой. По существу, включение программ производится двумя возмущениями: контактом горной породы с агрессивной средой, атакующей ее кислородом, избытком влаги, колебаниями температуры и появлением в системе живых компонентов. По времени эти возмущения-толчки достаточно близко совпадают, и их последствие перекрывается во времени. Несколько самостоятельных программ, введенных в действие этими толчками, осуществляют преобразование структуры материнской породы в структуру почвы. Таким образом, весь онтогенетический цикл развития почвенного профиля отвечает нашему определению кризиса: это развернутый во времени кризис первого порядка. Исследование последовательности происходящих при этом изменений дает уникальную возможность

более детально разобраться в том, что названо "анатомией кризисов". Попытаемся эту задачу выполнить в настоящей главе.

За то время, пока длится процесс перехода от стационарного состояния горной породы к стационарному состоянию почвы, параметры биогеоценоза пересекают, как правило, несколько пороговых точек. В эти моменты, или скорее отрезки времени, иногда достаточно длительные, может произойти смена основной программы почвообразования. Система начинает развиваться в сторону нового аттрактора, новой конечной точки. Эти сценарии мы называем ступенчатым саморазвитием (Караваева, 1982). В других случаях меняется лишь частная подпрограмма, один из элементарных почвенных процессов выходит на роль ведущего, тогда как другой уходит в тень. Такое саморазвитие называют стадийным. Наконец, при простом саморазвитии все подпрограммы продолжают действовать на протяжении полного цикла, а пересечение порогов сказывается лишь в ускорении или замедлении соответствующих процессов.

Кроме переходных процессов, вызванных саморазвитием почвы, немалую роль играют кризисы, стимулированные изменениями внешней обстановки, как-то: климат, процессы рельефообразования, антропогенные воздействия. Как эндогенные (с внутренней причиной), так и экзогенные (с внешней причиной) кризисы могут иметь самую разную абсолютную и относительную длительность. Рассмотрим названные варианты развития на конкретных примерах.

ПРОСТОЕ САМОРАЗВИТИЕ ПОЧВЫ

При простом саморазвитии прохождение почвой основных этапов развития от нуля-момента, предпочвы. первичной почвы, развивающейся почвы до квазиравновесной почвы достигается одновременным действием профилообразующих процессов, имеющих близкое характерное время проявления. Все свойства почвы начинают формироваться на начальном этапе развития и каждое последующее состояние не является качественно новым, а связано лишь со степенью развития уже существующих качеств. Тем не менее на кривой их развития могут наблюдаться резкие переломы, соответствующие кризисам второго порядка. По типу простого саморазвития формируются типичные черноземы, подзолы на песках. Исследования поверхностных слоев минерального субстрата разновозрастных отвалов из лёссовидных суглинков в северной части Курской области могут иллюстрировать процесс накопления гумуса на начальных этапах развития черноземов. Согласно данным Б. Ильичева и Н. Марголиной, на кривой гумусонакопления выделяются переломы (рис. 10, б). В первые годы содержание гумуса в минеральном субстрате увеличивается медленно. Через 8 лет, благодаря росту общего запаса фитомассы, происходит резкий скачок (рис. 10, а). Этот скачок совпадает с достижением максимального запаса фитомассы в биогеоценозе. Быстрый рост запаса биомассы происходит благодаря смене видового состава растительности пионерных группировок. В данном случае возникает преобладание в них бобовых, в первую очередь донника. Следующий перелом в ходе кривой гумусонакопления наблюдается приблизительно через 15 лет. Он совпадает с увеличением в составе растительности доли злаковых, играющих наряду с бобовыми ведущую роль в развитии почв на лёссовидных суглинках. Формирование фонового состава растительности в биогеоценозе дает толчок началу морфологических изменений в минеральном субстрате, когда начинают появляться зачатки гумусового горизонта с типичным для черноземов составом гумуса: преобладанием гуминовых кислот над фульвокислотами. А в поверхностном слое 19-летней давности уже выделяется гумусовый горизонт мощностью 3 см, что позволяет говорить о начале формирования собственно почвенного профиля (рис. 10, в). Продолжить дальше ход роста гумусового горизонта позволяют исследования А.Л. Александровского. Согласно его данным, увеличение мощности гумусового горизонта до 15 см происходит приблизительно за 100 лет (устное сообщение). График, построенный по данным Б. Ильичева и Н. Марголиной, показывает, что на кривой роста мощности гумусового горизонта черноземов наблюдается скачок во временном интервале 16-19 лет. Этот интервал, очевидно, и является переходным периодом к этапу первичных почв с примитивным неспецифическим профилем. Этап первичных почв длится около 500 лет. Дальнейшее одновременное развитие процессов гумусонакопления и карбонатонакопления приводит к очередному переходу на этап развивающейся почвы, особенностью которого служит появление диагностических признаков горизонтов АВ и Век (рис. II). Этап развивающейся почвы длится около 2,5 тыс. лет. Завершение перехода к этапу квазиравновесного состояния зрелой почвы определяется по двум критериям: максимальной морфологической выраженности и максимальной мощности почвенных горизонтов. Дальше процесс их нарастания прекращается.

В черноземах формирование морфологически выраженного профиля опережает достижение почвенными горизонтами максимальной мощности, поэтому критерием окончания перехода к квазиравновесному состоянию служит достижение почвенными горизонтами максимальной мощности. При простом саморазвитии подзола на песках максимальная мощность почвенного профиля достигается на этапе развивающейся почвы. А критерием завершения переходного процесса служит максимальная морфологическая выраженность почвенных горизонтов как следствие одновременного развития основных профилообразующих процессов: выноса веществ - элювиирования и их вноса и накопления - иллювиирования.

СТАДИАЛЬНОЕ САМОРАЗВИТИЕ

Особенностью стадийного типа саморазвития почвы является то, что одни процессы не могут начаться раньше, чем другие не достигнут определенной степени развития и тем самым не подготовят для них необходимые условия. При этом основная программа развития за весь период формирования почвы не изменяется, осуществляя один тип почвообразования. Но он разбивается на стадии, в которых действуют разные подпрограммы, обусловленные сменой преобладающей роли одного или комплекса элементарных

почвенных процессов. Эти смены в общем случае детерминированы, подобно сменам типов растительности в ходе сукцессий. В иерархии кризисов переходы между стадиями отнесены к кризисам третьего порядка.

Особенности протекания стадийного саморазвития рассматриваются на примерах формирования горно-луговых почв Приэльбрусья (по материалам исследований А.Н. Геннадиева, 1990) и почв на вулканических островах юго-западной части Тихого океана (по материалам исследований И.В. Замотаева, 1988).

Прохождение основных этапов формирования горно-луговых почв обеспечивается стадийным развитием следующих элементарных почвенных процессов: 1) суспензионного переноса, т.е. передвижения в профиле почвы суспензий песка и пыли с нисходящими токами воды; 2) накопления органического вещества, т.е. суммарного прироста во всем профиле содержания гумуса и слабогумифицированных растительных остатков; 3) гумификации и минерализации органики; 4) феррсиаллитизации, т.е. выветривания первичных минералов и образования вторичных, с более низким соотношением SiO₂:Al₂O₃, с увеличением содержания в профиле свободного железа; 5) внутрипочвенного глинообразования; 6) гумусового иллювиирования (рис. 12).

Этап (1) предпочвенного состояния горно-луговых почв длится около 100 лет. В первые десятки лет от нуля-момента, на начальной стадии саморазвития (фаза I-0), главная роль в формировании почвы принадлежит суспензионному переносу веществ. Развитие процессов накопления и трансформации органического вещества приводит к увеличению содержания в почве структуров (органики и оксидов железа, скрепляющих агрегаты), уменьшению количества неструктурного минерального материала, уплотнению почвы. С развитием почвы создается критическая ситуация, связанная с резким замедлением суспензионного переноса (фаза I-1). Она заканчивается кризисом третьего порядка, переходом к следующей фазе (II-1). Здесь главную роль берут на себя процессы накопления и трансформации органического вещества.

Возникновение почвенных горизонтов в ходе первых стадий свидетельствует о начале нового этапа развития, этапа первичных почв. Еще через 300 лет в морфологии почвенного профиля обнаруживаются признаки всех элементарных процессов, свойственных данному типу почвообразования. Это критерий перехода почвы к следующему этапу формирования - этапу развивающейся почвы. К концу этого времени содержание органического вещества в почвенном профиле стабилизируется благодаря тому, что фитоценоз достигает зрелого состояния. Интенсивность процесса накопления органического вещества снижается, и наступает следующая стадия развития (фаза III-1), на которой главная роль в формировании почвы переходит к процессам гумификации и минерализации. Их интенсивность наиболее заметно возрастает в первые сотни лет. Через 300 лет и более вступает в силу следующая стадия формирования почвы (фаза III-2), во время которой активное участие в преобразованиях принимает феррсиаллитизация. Один из важных механизмов интенсификации этого процесса лежит в развитии растительности. В фитоценозе к этому моменту достигается максимум участия злаковых. Соответственно происходит ускорение биогенной мобилизации кремния из первичных минералов. При возрасте почвенного профиля более 1000 лет происходит переход к последней фазе (III-3) формирования почвы, на которой интенсивное развитие получают процессы внутрипочвенного глинообразования и Al-Fe гумусового иллювиирования. Через несколько тысяч лет последняя стадия формирования завершается переходом почвы в квазиравновесное состояние.

Таким образом, анализ саморазвития горно-луговых почв позволяет выделить семь стадий, разделенных сменами элементарных почвенных процессов, - кризисами третьего порядка (см. рис. 12).

Саморазвитие вулканических почв изучалось на о-вах Тонга, приуроченных к Тихоокеанскому андезито-базальтовому вулканическому поясу. Почвенные разрезы были заложены на поверхность с современной вулканической деятельностью и на плоских морских террасах поднятых коралловых атоллов и сложно построенных складчато-глыбовых островов. Материнские породы здесь - андезито-базальтовые пепловые покровы. Смена стадий в саморазвитии исследуемых почв связана с процессами гумусонакопления, выветривания, оструктурирования, суспензионного переноса, иллювиирования. Эти стадии показаны на рис. 13. Предпочвенный этап в развитии исследуемых почв (фаза I) заканчивается формированием неспецифического профиля примитивных слоисто-пепловых почв (фаза II-1). Главную роль в обеспечении перехода к этапу первичных почв играют гумусонакопление и суспензионный перенос веществ. Примитивные вулканические слоисто-пепловые почвы - первая стадия на этапе первичных почв. Следующая стадия - вулканические слоисто-пепловые почвы (фаза II-2). Для нее характерно замедление процесса гумусонакопления, изменение типа гумуса: грубый гумус типа модер переходит в копрогенный гумус типа мулль. Здесь почва следует за сукцессионным переходом монодоминантного леса к олигодоминантному. Развитие фитоценоза и достижение высокого уровня биохимической активности в приповерхностном слое почвы приводят к максимальному развитию процессов зернистой и копрогенной агрегации. Увеличение содержания в почве органических кислот способствует повышению скорости растворения первичных минералов. Достигнув наибольшей степени развития на стадии вулканических слоисто-пепловых почв, эти процессы имеют следствием прекращение суспензионного переноса и вызывают к жизни ряд других процессов. Содержанием микрокризиса оказывается смена подпрограмм развития. Главная роль переходит к процессу призматического оструктурирования, среда для которого уже подготовлена на предыдущей стадии, когда возникли мелкие почвенные агрегаты. Результатом этой смены становится превращение слоисто-пепловой почвы в бурую эутрофную почву (III-3). В развитии призматического оструктурирования важную роль играет синтез глинистых минералов. Набирают силу процессы растворения глинистых минералов в верхней части профиля, иллювиирования гумусо-железистых и железистых соединений, подготовленных всем ходом развития почвы от нуля-момента. В начале стадии бурой эутрофной почвы проявляются морфологические признаки всех элементарных почвенных процессов,

свойственных данному типу почвообразования. Начинается переход к этапу развивающейся почвы, в пределах которого почвенный разрез переживает стадию красно-бурой глинисто-дифференцированной почвы (III -4). Очередной кризис заканчивается передачей эстафеты процессам иллювиирования гумусо-железистых и железистых соединений и растворения глинистых минералов в верхней части профиля. При наблюдавшемся в разрезах возрасте почвы 20 тыс. лет преобразование почвенного профиля все еще нельзя считать завершенным.

СТУПЕНЧАТОЕ САМОРАЗВИТИЕ

Особенность ступенчатого саморазвития почв состоит в том, что на протяжении одного цикла происходит смена типа почвообразования и на место одного типа почвы приходит другой. Этот вариант развития рассматривается на примере глеезема болотного в таежных областях Западной Сибири.

Ступенчатое саморазвитие глеезема болотного связано с двумя противоположными элементарными почвенными процессами: 1) торфонакоплением, 2) разложением и минерализацией торфяной массы в поверхностных горизонтах. В ходе этих процессов почва проходит три стадии (этапа) развития: глеезем болотный, торфяник растущий, торфяник минерализующийся (Караваева, 1982).

На стадии глеезема болотного происходит подготовка перехода органо-минеральной почвы в органогенную. В профиле глеезема болотного - исходно органо-минеральной почвы - происходят трансформации как органических, так и минеральных горизонтов. Но любые изменения минеральной толщи не играют существенной роли в прогрессирующем торфонакоплением. Подготовка к переходу в следующее состояние заключается в том, что избыточное увлажнение тормозит процесс разложения мертвого органического вещества, и понемногу начинается накопление на поверхности почвы слоя не успевшей минерализоваться органики (рис. 14). Высокая влагоемкость полуразложившейся массы становится причиной формирования горизонта болотных вод и дальнейшего ускорения аккумуляции органики. Замыкается положительная обратная связь, работающая на ускорение перехода к следующей стадии.

Первый кризисный переход (второго порядка) достигает максимума, когда мощность торфа становится равной критической, около 70 см. При этом происходит ослабление обмена между водными растворами верхней части торфяной залежи и минеральными горизонтами почвы. Бедные минеральными солями болотные воды замещают в корнеобитаемом слое более богатые грунтовые. Глина или суглинок перестает играть роль почвообразующей породы, на ее место приходит торф. Все это, в свою очередь, стимулирует смены в растительном покрове. Осоково-травянистое низовое или переходное болото превращается в верховое, где доминирует *Sphagnum fuscum*. Обеднение основаниями среды разложения растительных остатков еще больше замедляет их распад и ускоряет накопление. Программа развития органо-минеральной почвы полностью заменяется программой формирования почвы органогенной, торфяника.

Следующая за кризисом стадия торфяника растущего характеризуется продолжением торфонакопления, особенно быстро происходящим в центральных частях болотного массива, наиболее удаленных от минерализованных грунтовых вод. Это обстоятельство подготавливает наступление следующего кризисного этапа, хотя состав растительности и другие характеристики болотного ландшафта меняются мало. Но общая форма болотного массива становится куполообразной.

Второй кризис в развитии болотной системы наступает в связи с тем, что выпуклый профиль поверхности все больше способствует оттоку болотных вод от средней части массива. По кромке болота формируется постоянный водоток,

затем ручей дает отвершки по склонам купола) и эта дренажная сеть заметно снижает степень переувлажнения торфяника. Торф подсыхает, нарастание его замедляется, сходит до нуля, а затем водная и ветровая эрозия приводят к понижению поверхности в середине болота. Сказывается действие отрицательной, тормозящей обратной связи между мощностью торфа и интенсивностью стока болотных вод. Торможение становится существенным после того, как уклоны торфяного купола превысят пороговую величину, около 2 градусов (по обобщенным данным К.Е. Иванова, 1957). Болотный ландшафт переходит к выполнению третьей программы, которой соответствует новое состояние - торфяник минерализующийся.

Дальнейшее развитие комплекса, начавшееся со стадии глеезема болотного, проводит его через точку бифуркации, в которой система как бы делает выбор между двумя возможными траекториями. Одна из альтернатив состоит в том, что болото, покрытое бесплодными озерами-мочажинами, настолько снижает свою поверхность, что эрозия прекращается и восстанавливается положительный баланс торфонакопления.

Чередование стадий торфяника растущего и торфяника минерализующегося становится нормой, система переходит в состояние циклического климакса. Возможен другой вариант развития: самоосушение болота на большой площади, минерализация, усадка и деградация торфяника, возрастание минерального питания растений. На таком субстрате уже может поселиться древесная растительность, которая, действуя как транспирационный (испарительный) насос, понижает уровень влажности почвы и таким образом поддерживает условия своего существования посредством положительной обратной связи. Появляется возможность включения новой программы, осуществляющей подзолистый тип почвообразования (рис. 15). Выбор между тем или другим из альтернативных вариантов, по-видимому, зависит от нескольких факторов, возможно, в какой-то степени случайных: от условий минерального питания (подпитывания) растительности на деградировавшем болоте и некоторых других (Александров, 1985).

Длительность стадий в рассмотренном примере ступенчатого развития почв Западной Сибири распределяется следующим образом: глеезем болотный от 1,4 до 3,5 тыс. лет, переход к стадии торфяника около 1000 лет, стадия торфяника растущего 6 тыс. лет, переход к торфянику минерализующегося 500 лет (по данным Н.А.

Каравасовой). Для дальнейших стадий числовые оценки длительности отсутствуют.

ЭКЗОГЕННЫЕ КРИЗИСЫ

Переходные периоды, возникающие в результате изменения климата, могут приводить как к полной смене аттрактора - устойчивого конечного состояния - и с ним всей программы развития почвы, так и к переменам лишь в отдельных элементарных почвенных процессах, не затрагивая основной траектории почвообразования. В первом случае меняется тип почвы, во втором происходит изменение на уровне подтипа. Переход на радикально новую программу развития имеет место в том случае, если изменения климата существенно изменяют и другие факторы, в первую очередь растительность и водный режим.

Примером частичного изменения программы могут служить почвообразовательные процессы в южной части Центрально-Черноземной области, сопровождающиеся похолоданием климата и увеличением количества осадков в позднем голоцене (Александровский, 1984). Климатические изменения не привели к смене степной растительности какой-либо иной, но усилили вынос карбонатов из почвенного профиля (рис. 16, а). Граница их залегания понизилась, мощность гумусового горизонта стала нарастать быстрее, чернозем обыкновенный перешел в чернозем типичный. Смена произошла на уровне почвенных подтипов, изменения носили количественный характер.

Наиболее контрастные изменения программы наблюдаются при климатических сменах травянистой растительности - лесной и, наоборот, в областях миграции границ основных природных зон. Тогда оказывается преодолен инерционный механизм устойчивости почвенно-растительной системы. Пересечение порога включает обратную связь, процесс смены всех компонентов системы приобретает цепной характер. Программа осуществляет новый тип почвообразования, заканчиваясь с достижением конечной стадии эволюции почвы, отличной от предыдущей на уровне типа. Система при таких переходах попадает в область притяжения нового аттрактора. Примером может быть переход черноземообразовательного процесса в подзолообразовательный в Прикарпатье в субатлантический период позднего голоцена (рис. 16, б). Похолодание и увеличение влажности климата Прикарпатье привело к вытеснению степи буковым лесом. За 2 тыс. лет под лесами сформировались дерново-подзолистые почвы с мощным облепченным горизонтом А2. Нарушение устойчивости черноземов объясняется интенсификацией процессов выщелачивания в условиях кислой среды, создаваемой процессами разложения органического вещества под буковым лесом. Начало перехода черноземов в дерново-подзолистые почвы отмечено резким переломом в уровне залегания карбонатов. Об окончании переходного периода и о смене типа почвообразования свидетельствуют полное выщелачивание карбонатов из почвенного профиля, развитие процессов глинистой дифференциации, появление в почвенном профиле горизонта А2 (Александровский, 1988).

Связанные с климатом изменения характера увлажнения почвы могут сказаться на ее водно-солевом режиме и стимулировать развитие ряда процессов, также приводящих к переходу почвы на новую программу развития. К таким процессам относятся засоление, расселение, осолодение, слитизация. Продолжительность перехода почвы к новым состояниям, связанным с этими процессами, различна. Изменение почвенного поглощающего комплекса может произойти за месяцы, годы, формирование солевых горизонтов почвы - за годы, десятки лет, глеевых - за десятки, сотни лет. Время формирования гумусового и карбонатного профилей черноземов составляет сотни и тысячи лет, текстурно-дифференцированного профиля подзолистых почв - тысячи и десятки тысяч лет (Таргульян, Соколов, 1978).

В Западно-Сибирской лесостепи процессы осолодения достигли наибольшего размаха в период обсыхания и остепнения аллювиальных равнин. Процесс обсыхания, как правило, сопровождается распадом болотных массивов на отдельные болотца, зарастающие от периферии к центру ивняком. Вслед за ивой в заболоченные понижения внедряются и другие древесные породы - осина, береза. Переход от болотных процессов к осолодению начинается уже на первых стадиях обсыхания. В сухое время года создаются условия для испарения капиллярных растворов минерализованных грунтовых вод и повышения содержания в почве обменного натрия, а во влажные периоды года - условия для промывания почвенной толщи (Базилевич, 1967). С момента поселения ивы в системе почва-растительность образуется обратная положительная связь, усиливающая процессы осолодения и ускоряющая переход почвы на новую программу развития. Еще большее ускорение перехода наблюдается при зарастании западин лесом. Механизмы ускорения состоят в усилении транспирации и снижении уровня грунтовых вод, усилении вследствие этого вертикальной миграции продуктов почвообразования из верхних горизонтов почвы вглубь, сокращении травяного опада и увеличении доли опада березы и осины, увеличении доли агрессивных фульвокислот и простых органических кислот при разложении опада. Все эти процессы ускоряют распад глинистых минералов почвы, вынос продуктов распада и формирование профиля солодей.

Переход почвы в качественно новое устойчивое состояние - это радикальная смена программы, переключение триггерного механизма. В большинстве случаев оно связано с изменением типа растительности в системе. В зависимости от конкретных условий переключение может быть обратимым и необратимым. Повторная антропогенная смена широколиственного леса степью в Центрально-Черноземном районе ведет за собой восстановление черноземов на месте вторичных серых лесных почв (рис. 16, в).

Иначе обстоит дело при переходе красных ферраллитных почв в ферраллитные панцири. Это явление обычно для экваториальных областей с отчетливо выраженным сухим сезоном (Гвинейская зона). Леса периодически поражаются пожарами. При редких пожарах лес быстро восстанавливается, за 30 - 40 лет. Но в почве появляются качественно новые свойства. Горизонт В превращается в гравийный из-за большого количества

железистых конкреций, образовавшихся в периоды отсутствия леса. Однако в этом случае процесс образования панцирей еще не получает полного развития.

При агрогенном использовании земель лесная растительность надолго сменяется саванной. С отступанием леса начинаются процессы эрозии, смыывающие рыхлый гумусовый горизонт почвы. Постепенно обнажается иллювиальный горизонт В. Приближение уровня грунтовых вод к поверхности усиливает миграцию закисного железа вверх. В иллювиальном горизонте закисные формы окисляются и горизонт инкрустируется оксидами железа. Под воздействием солнца и резких колебаний температуры горизонт В затвердевает, образуя сначала коры, а затем панцири (Дюшофур, 1970). Переход системы в новое состояние заканчивается. Лесная растительность необратимо замещается саванной, красная ферраллитная почва — панцирем из соединений железа и алюминия.

Иногда снятие антропогенной нагрузки в период, пока система почва-растительность еще обладает способностью к восстановлению, может остановить кризис. Деграляция атлантических дубняков на бурых лессивированных почвах лишь по достижении стадий далеко зашедших изменений завершается переходом к определенным типам деградированных почв. При своевременном снятии антропогенной нагрузки в состоянии переходных почв предотвращение кризиса и возобновление первичного леса происходит быстрее, чем на первых этапах стадии деградированных почв. При деграляции дубняков до стадии вересковых пустошей на подзолах осуществляется необратимый кризисный переход. На старых пустошах лес не только не самовосстанавливается, но плохо поддается даже искусственному лесонасаждению. Механизм устойчивости триггерной системы состоит в том, что сильно деградированная почва и вересковая ассоциация растительности взаимно поддерживают и усиливают друг друга.

РЕЗЮМЕ

1. Как было отмечено раньше, почвы являются элементом биогеоценозов, биокосных систем, программы развития которых задаются совместно информацией, содержащейся в структуре абиотических минеральных компонентов, и генетической информацией живых организмов или их останков. Благодаря такому соединению цикл почвообразования переводит систему из неравновесного состояния не в равновесное, подобно телам с ограниченным запасом начальной энергии, например, космическим, а в стационарное гомеостатическое состояние. При этом биокосное тело сохраняет способность реагировать на внешние изменения, подобно живым организмам, вводя в действие сложные программы адаптации к новой среде. Энергетическая "смерть" звезд и планет, так же как и информационный распад организмов по окончании жизненного цикла, заменяется "бессмертием" в стадии климакса.

2. Кризисы в эволюции почв могут быть разнесены по разным этажам системной иерархии. Началом кризиса первого порядка можно назвать нуль-момент в развитии биогеоценоза. Горная порода, пришедшая в соприкосновение с атмосферой, поверхностными водами, потоками солнечной и космической энергии и с живыми организмами, становится объектом радикальных изменений, которые направляются совершенно новыми для породы программами развития. Все, что происходит вслед за этим, весь цикл почвообразования, отвечает представлению об адаптации системы к новой среде, во время которой и происходит смена программ, управляющих функционированием природного тела. При этом собственно формирование почв происходит главным образом во второй, созидательной, антиэнтропийной стадии кризиса и затухает в стадии посткризисной (рис. 17).

Движение почвенно-растительной системы по пути стабилизации, в свою очередь, вызывает к жизни - одновременно или последовательно - смены подчиненного характера. Затрагиваются все или часть элементарных почвообразующих процессов, происходит, по принятой здесь терминологии, смена фаз в саморазвитии почв, точнее, биогеоценозов. Фазы разделяются кризисами третьего порядка.

3. Случайность играет ограниченную роль в сменах программ почвообразования. Внешним, не зависящим от саморазвития поверхностного слоя литосферы, то есть случайным по отношению к нему, можно считать первоначальный толчок, задающий почвообразовательный цикл. Исходные условия, в которых он происходит, состав и строение горной породы, климат, рельеф задают программу на весь цикл. В нее могут быть включены и смены элементарных почвообразующих процессов, которые мы относим к кризисам третьего порядка. Здесь нет неожиданностей. Случайный фактор в форме флуктуаций внешних условий, часто незначительных, снова вмешивается в эволюцию почвенного профиля в точках бифуркации, как было показано на примере верховых болот. Не предусмотрены в программах саморазвития почв, а следовательно, в определенном отношении случайны, кризисы, вызванные изменениями климата, гидрологического режима, рельефа, антропогенным вмешательством. После завершения цикла эти факторы становятся основными, по существу, единственными причинами кризисов в эволюции почв, как и всего почвенно-биологического комплекса.

4. На примере почвообразования еще раз отчетливо подтверждается, что "нажатием кнопки", вводящей в действие новые программы, заведуют некоторые пороговые значения переменных. В ходе саморазвития, или следуя за изменением внешних условий, биогеоценозическая система пересекает эти пороги, за чем следует смена почвообразующих процессов. В развитии болот такими критическими точками оказываются мощность торфа около 70 см, уклоны поверхности олиготрофного болота около 2 градусов. Биотическая часть системы в ходе реализации ступенчатой сукцессионной программы пересекает критические точки в густоте листового полога, в содержании гумуса в почве, в показателе реакции почвенной среды.

5. На разных этапах почвообразовательных процессов в них могут принимать участие механизмы обратных связей. Механизм самоусиления типа плюс-плюс может быть простым ускорителем процесса, который без этого

занял бы больше времени, но качественно не изменился. Возможно, такое ускорение происходит в процессе торфонакопления. Интереснее случаи, когда без обратной положительной связи система просто не приобретает некоторых своих важных качеств. Наиболее существенны в этом ряду связи между косными компонентами почв и наземной растительностью, почвенными беспозвоночными, бактериальной флорой, землероями, придающие системе автокаталитические свойства. Кризисы, в которых не участвует положительная обратная связь, по большей части "бархатные", растянутые во времени. Они характерны для почвенно-растительных систем в большей степени, чем для каких-либо других.

Отрицательная обратная связь типа плюс—минус во многих случаях ответственна за затухание почвообразующих процессов, стабилизацию, переход к климаксовому гомеостазу. Самоподавление процессов происходит при накоплении торфа в связи с усилением стока с болотного купола. Пределы роста мощности горизонтов при формировании черноземов, почв подзолистого ряда и других, по-видимому, определяются аналогичными обратными связями, не всегда, впрочем, очевидными. Свой вклад в затухание почвообразующих процессов вносит и исчерпание некоторых ресурсов, например, вымывание кальция из карбонатных почв. Но, в отличие от автономных закрытых природных систем, финал почвообразования не связан с израсходованием изначально лимитированного запаса энергии.

Действие обратных связей-переключателей, типа минус-минус, хорошо иллюстрируется на графиках пересечением кривых, характеризующих резкую смену одного элементарного процесса другим (см., например, рис. 13). Такие переключения с вытеснением альтернативной программы нередко определяют необратимость кризисных смен.

6. На характерных временах, значительно больших, чем удается исследовать доступными науке методами, причиной смен программ почвообразования должны быть филогенетические эволюционные изменения в свойствах и составе флоры и фауны, входящих в биогеоценоз. Но в нашу геологическую эпоху осуществиться этим преобразованиям не дают более быстротечные тектонические и климатические перестройки. Поэтому это остается лишь умозрительным, не подтвержденным наблюдениями представлением.

Анатомия кризисов/ А.Д. Арманд, Д.И. Люри, В.В. Жерихин и др. - М.: Наука, 1999. - 238 с.

Глава V. КРИЗИСЫ В ИСТОРИИ ЦИВИЛИЗАЦИЙ

Ведь в ритмах стройных и простых

Живет и движется природа.

Растут, мужают, крепнут в них

И государства, и народы.

Периодический закон.

Животворящая идея.

Следим за бегом мерных волн,

Пред тайною благоговей.

П.Н. Савицкий. "Число и мера"

Рассмотрение истории дает новый богатый материал для изучения кризисов. Основное отличие систем общественного уровня от систем, рассмотренных раньше, заключается в том, что создание и выполнение программ их функционирования и развития происходит при участии свободной воли людей. Сами люди и творения их рук — это тот материал, из которого созданы социальные системы. Но, в противоположность системам абиотического и биологического уровней, человечество в какой-то степени выполняет роль творца своей собственной судьбы или, другими словами, творца программ, которые само же затем осуществляет. В переломные исторические моменты, когда система стоит перед выбором, по какому пути пойти, этот выбор совершается не случайным сочетанием внешних и внутренних факторов, а в соответствии с целью и прогнозом, сложившимися у носителей общественно значимых идей. Неважно, что прогнозы чаще всего оказываются неверными, а планы сильно корректируются объективным ходом событий. Важно, что в эволюции социальных систем принимает участие элемент осознанности и целесообразности, соответствия нашим, человеческим целям.

Для анализа критических фаз избраны две исторические концепции: этногенеза — Льва Николаевича Гумилева и эволюции цивилизаций — Арнольда Тойнби. Мы не ставили задачи тщательного рассмотрения достоинств и недостатков предлагаемых моделей, а также подробного сравнения их с моделями других авторов. В настоящем контексте важно, что концепции Гумилева и Тойнби допускают проведение параллелей между собой и содержат достаточно четкое разделение хронологической цепи исторических событий на фазы. Оба автора рассматривают исторический процесс как структурированную последовательность циклов, отвечающих внутренней логике развития. Это обстоятельство позволяет зафиксировать моменты перехода от фазы к фазе, кризисные точки, и проанализировать их возникновение, ход и последствия. Единичный законченный цикл этногенеза в целом аналогичен онтогенезу в биологии, эволюционному циклу почвообразования, жизненному пути отдельной звезды или планеты. Однако рассматриваемый здесь феномен имеет немало черт сходства и с биологическим филогенезом. Это определяется тем, что в цепи этнических циклов вполне определенно устанавливается унаследованность культур. В противном случае, не имело бы смысла вести разговор о поступательном развитии человеческого общества в целом. Теория монофилии языков - происхождения всех

земных наречий от одного корня - претендует на положение фундаментального знания об эволюции социума. Даже если праязыков было несколько - это не препятствует скрещиванию культур и наследованию ими накопленной информации. Однако процесс передачи информации от предков к потомкам происходит не так однозначно, как в среде живых организмов. У людей больше возможностей. У одного молодого этноса может быть один "родитель". Но их может быть и больше двух. Не исключается возможность ассимилировать элементы новой культуры уже в зрелом возрасте, то есть получить дополнительного "папу" (или "маму") в ходе прохождения жизненного цикла. Возможно, такое влияние пережил индийский суперэтнос после завоевания Индии Великим Моголом. Способность народов к далеким миграциям, с оружием или семенами культурных растений в руках, порождает возможность "дальнеродственного скрещивания".

Содержание настоящей главы составляет в основном рассмотрение переходов от одной фазы к другой в пределах единичного онтологического цикла. С определенной долей условности весь цикл в целом может рассматриваться как кризис первого порядка. Наше внимание привлекает прохождение на этом пути критических точек второго или более высоких порядков.

В реальной исторической действительности стройность моделей, как одного автора, так и другого, постоянно оказывается нарушенной. Самая совершенная теоретическая схема никогда не отразит всей сложности жизни. В этом не следует усматривать опасность того, что наши заключения, касающиеся социально-исторических кризисов, окажутся не соответствующими действительности. Скорее наоборот, они так же, как и сами модели, должны приобрести известную степень обобщенности. Конечно, полученное таким путем понимание анатомии кризисов будет отражать лишь современный уровень исторических представлений, не более. Но выйти за барьер существующих теорий - задача, которую не ставят перед собой авторы монографии.

МОДЕЛЬ Л.Н. ГУМИЛЕВА

В исторической науке постепенно складывались различные представления о развитии общественных систем. При этом под общественными системами разные авторы понимали государства, цивилизации, народы и этносы (Аристотель, 1911; Гумплович, 1910; Тойнби, 1991; Вико, 1994; Гумилев, 1990а, б; Ермолаев, 1990 и др.). Одна точка зрения сводится к тому, что исторические явления, судьбы народов уникальны, несравнимы между собой, и потому выявление всякой закономерности в ходе исторического процесса лишено смысла. Согласно другой точке зрения, развитие народов идет по замкнутому циклу, периодически возвращаясь в исходную точку (Вико, 1994; Аристотель, 1911). Третья точка зрения состоит в том, что рождение, развитие, расцвет и гибель общественных систем складываются с направленным развитием, прогрессом. Переход к идее направленного развития был связан в исторической науке с распространением парадигмы прогресса в научном мышлении начиная с XVIII в. (Кондорсе, 1909).

По сути своей модель, созданная Л.Н. Гумилевым (1993а), относится к третьему типу, хотя не совпадает с принятой на Западе теорией неуклонного прогресса. Согласно взглядам этого автора, эволюция человечества после выхода из биологической стадии в социальную совершается посредством смен циклов этногенеза. Определения этноса, отвечающего критериям научной строгости, мы у Л.Н. Гумилева не находим. Он не выделяет ни одного реального признака для определения этноса. Язык, происхождение, обычаи, материальная культура, идеология иногда рассматриваются им как определяющие моменты, в других случаях - как второстепенные. Общность исторической судьбы, конечно, способствует сохранению этноса, но и судьба может быть общей у двух-трех народностей и разной для двух частей одной народности. Тем не менее многочисленные пояснения и примеры Гумилева дают достаточно конкретную картину. Этнос можно себе представить как устойчивую, естественно сложившуюся общность людей, с определенными поведенческими чертами, объединенную сознанием принадлежности к единому "народу" и противопоставляющую себя всем другим этническим общностям.

Цикл этногенеза Л.Н. Гумилев сравнивает или с горением костра, или с вяущим листом, или с взрывом порохового погреба. В цикле последовательно выделяется ряд фаз: возникновение, подъем, перегрев (акматическая фаза), надлом, инерция, обскурация, регенерация, мемориальная фаза и наконец - реликтовая (рис. 18). Эта цепочка фаз соответствует неуверенному сначала свечению слабого огонька, потом мощному возгоранию, быстрому распространению его на всю массу горючего материала и далее постепенному затуханию по мере сгорания дров. Этническая история как бы предусматривает вначале некоторый запас энергии, который реализуется народом на протяжении очередного цикла. По мере исчерпания этого запаса творческая активность сообщества падает, ничем далее не обогащая свою культуру, теряя способность к саморазвитию. Но так устроен наш мир, что прежде, чем догорит предыдущий костер, новая вспышка зажигает следующий. И тогда опять начинаются процессы, неповторимые в деталях, но сходные в общих чертах.

Центральное место в концепции Л.Н. Гумилева занимает представление о трех типах личности с различными характеристиками поведения и психики.

Первый тип - пассионарии - люди с энергоизбыточной организацией, стержнем которой служит непреодолимое стремление к цели, часто иллюзорной, к активной деятельности, преобразующей окружающий мир. Их душевный порыв, способность к сверхнапряжениям и жертвам отвечают социальной потребности момента. Биологические потребности, вплоть до импульса самосохранения, они готовы принести на алтарь своей идеи. Высокий уровень общей поведенческой активности типичных пассионариев, наряду с глубоким осознанием цели, способствует широкому распространению их влияния на людей. К пассионариям Гумилев относит, например, пионеров-землепроходцев, конкистадоров, жертвенных ученых, выдающихся поэтов, а также таких исторических деятелей, как Юлий Цезарь, Александр Македонский, Чингисхан, Наполеон, Ян Гус, протопол

Аввакум, Жанна д'Арк, Кутузов, и многих других.

Личности, у которых пассионарный импульс уравнивается инстинктом самосохранения, автор теории определяет как гармоничные. Они характеризуются способностью к полноценной адаптации в разнообразной среде и играют роль стабилизирующего фактора в этносе, поддерживая традиции. Достаточное количество гармоничных людей в этносе обеспечивают его внутреннюю устойчивость, но активность пассионарной фазы при этом теряется. На их плечах лежит обеспечение связи уже сложившегося этноса и кормящего его ландшафта, созидание материальной и определенной части духовной культуры. Такому гармоничному типу личности, который все делает хорошо, но при этом ничего лишнего, отвечает, среди литературных героев, Андрей Волконский.

Людей, чья пассионарность заметно меньше инстинкта самосохранения, Гумилев называет субпассионариями. У них недостаток пассионарной энергии проявляется в неполноценной адаптации к среде, паразитизме, недостаточной заботе о потомстве и, как крайность, в асоциальном поведении. Этот тип личности порождает люмпен-пролетариев, бродяг, босяков, "бомжей" и других деклассированных элементов. У таких людей отсутствует стремление к осуществлению общественных установок, да и к собственному благополучию они в большой степени равнодушны, желания их примитивны. Если в обществе их становится много, они начинают тормозить деятельность духовных и политических вождей и, почти не производя полезной работы, увеличивают хаотичность в этнической системе (Л.Н. Гумилев обращал внимание на то, что не следует смешивать пассионариев, субпассионариев и основную гармоничную массу населения с подразделениями классовыми и сословными. Каждое из последних включает в себя все три типа личностей).

В этносе количественно преобладают гармоничные личности, доли пассионариев и субпассионариев в процентном отношении обычно незначительны. Тем не менее их относительное увеличение или уменьшение влияет на качественное состояние этноса. Чередование фаз в развитии этногенеза определяется преобладанием ценностей одного из трех типов личностей. Фаза подъема наступает тогда, когда пассионарии, отстаивающие новые идеалы, достигают некоторой критической плотности, достаточной, чтобы заразить своим стремлением основную массу людей. Вся деятельность народа становится слаженной и направленной на осуществление общих интересов этноса, на победу этнического коллектива в целом. Со временем наступает избыток пассионарности, который приводит этническую систему в состояние перегрева, акматическую фазу. Состояние, порожденное максимализмом сильных личностей, не может сохраняться долго. Возникают внутренние конфликты. И тогда везде где можно общество начинает преследовать и изгонять своих пассионариев, отстранять их от управления, возводить препятствия в их деятельности. В следующей фазе надлома конфликты усиливаются, происходит редкое снижение числа пассионариев, увеличивается доля субпассионариев. В фазе инерции общество еще продолжает двигаться вперед, строиться, накапливает предметы материальной культуры. Переход к инерционной фазе выглядит как успокоение и начало масштабного обустройства внутри этноса. Тут за дело берутся гармоничные личности, которые ориентируют общество на свою систему ценностей, создавая эталон для подражания у обывателей. Наконец, последняя умеренная энергия растрачивается, общество захлестывается индифферентностью субпассионариев и вступает в фазу обскурации. Это кризис распада. Делается невозможной любая конструктивная деятельность, а этнос существует за счет материальных ценностей и навыков, накопленных в предыдущие фазы. Иногда состояние безразличного существования затягивается, если не находится энергичных соседей, готовых присвоить себе землю и накопленные этносом материальные ценности. Временами после фазы обскурации наблюдается всплеск активности за счет сохранившейся на окраине ареала пассионарности, и тогда наступает восстановление этнической системы на короткий срок, накануне завершения процесса этногенеза. Гумилев обозначил ее как фазу регенерации. Она завершается переходом в мемориальную фазу. В ней этнос уже утратил остатки пассионарной энергии, и лишь отдельные члены еще продолжают сохранять культурную традицию прошлого. Затем и прошлое теряет свое влияние на потомков, и они становятся реликтами. Реликтовые этносы состоят в большинстве своем из гармоничных людей, они стабильны и, по определению Л.Н. Гумилева, составляют лишь верхнее завершающее звено биогеоценозов в населяемых ими районах. Примеры реликтовых фаз этногенеза - аборигены Австралии, пигмеи Центральной Африки, коренные народы Крайнего Севера: чукчи, эскимосы, алеуты и др.

Л.Н. Гумилевым на основе исторического материала было показано, что длительность полного цикла составляет 1200-1500 лет. Переходы от одной фазы к другой определяются внутренней логикой развития этносов. Каждый цикл этногенеза осуществляется за счет пассионарной энергии, которая в ходе развития тратится на создание культурных ценностей этноса. Сходя со сцены, он оставляет потомкам часть своих накоплений. Этим обеспечивается восходящее движение человечества. В одной из фаз или при их смене цепочка этногенеза может быть оборвана. Причиной может быть экологическая катастрофа, агрессия других народов. При ассимиляции соседями происходит распад этнической целостности, а особи, ее составляющие, входят в состав других этносов. Тем не менее отклонения от главной траектории не отменяют общую закономерность.

Для объяснения факта зарождения новых этносов, начало которым дает пассионарная вспышка, Гумилевым привлекается гипотеза об избирательном действии космических потоков энергии. Эта точка зрения будет рассмотрена ниже.

Гумилевская концепция предусматривает иерархическое строение этнических систем. Кроме этноса, основной единицы, выделяется суперэтнос (суперэтнос Арабский, Византийский, Западный Христианский), субэтнос (казаки, поморы, старообрядцы и др.) и более мелкие звенья: консорции (политические группировки, секты,

артели, "кружки", банды) и конвиксии (сельские общины, средневековые кварталы ремесленников).

МОДЕЛЬ А.ДЖ.ТОЙНБИ

Как и Л.Н. Гумилев, А.Дж. Тойнби (1991) рассматривает циклы, из которых составляется цепь эволюции обществ. Но, в отличие от Гумилева, Тойнби оперирует более крупной единицей, принятой в качестве основной. Эту рабочую единицу он называет цивилизацией. В обозримой истории им выделяется 19 цивилизаций. Среди ряда признаков, позволяющих выделить такую совокупность людей, одним из главных автор называет религиозную принадлежность. По этому критерию цивилизации А. Тойнби более всего отвечают суперэтносам Л.Н. Гумилева. Несмотря на различия, у обоих авторов можно найти в циклах развития сопоставимые друг с другом стадии, сходные по своим проявлениям. По-видимому, это надо считать результатом существования некоторой общей закономерности, согласно которой циклы больших и малых структур в существенных чертах повторяют друг друга. Соответствие этапов в моделях двух авторов иллюстрируется табл. 4.

Как видим, аналогия между фазами развития в двух моделях неполная. Можно думать, что причины расхождения кроются не только в том, что каждый из авторов видит историю под своим углом зрения, но и в объективных различиях эволюции этносов и цивилизаций. Не совпадают длительности аналогичных этапов в одной и другой модели. Тем не менее соответствие достаточно очевидно. И там и тут присутствует идея первоначального толчка, задающего весь ход последующего развития. У Л.Н. Гумилева это пассионарный толчок, обусловленный космическими и генетическими факторами. Тойнби видит причину только в воздействии земных факторов, таких как изменение климата, истощение земель и др., или в ударах, давлении со стороны окружающих народов. Каждый такой "вызов" берет, по мнению Тойнби, свое происхождение от Божественного Промысла. В ответ на вызов в обществе возникает концентрация воли, разума, вдохновения индивидуумов, по терминологии автора - "жизненный порыв". Он мобилизует внутреннюю энергию для противодействия неблагоприятным факторам и задает начальное ускорение циклу развития цивилизации. Нередки случаи, когда сочетание внешних и внутренних условий не позволяет обществу собрать достаточную энергию. Тогда вызов остается без ответа. Потенциально возможный цикл не состоится.

Как и Л.Н. Гумилев, А.Дж. Тойнби выделяет фазы роста, надлома и распада. Отсутствует фаза "перегрева". Вместе с тем схема дополнена фазой второго подъема активности, именуемого Тойнби "преображением". Этот подъем происходит на фоне общего распада общества. Он недолог и не изменяет этой направленности в сторону деградации. Второй подъем также стимулируется вызовом, который на этот раз имеет внутреннее происхождение. Творческие элементы общества не выдерживают усиливающегося распада цивилизации, классового расслоения, национального раскола, ужесточения режима правления, утраты высоких идеалов. Делается попытка общественного возрождения.

Концепции общественного возрождения обречены на провал. В фазу прогрессирующего загнивания и упадка они не находят широкой плодотворной почвы в настроениях людей. Вместе с тем высказанные в концепциях прогрессивные идеи идут в русле общей духовной эволюции человечества. Поэтому, уходя в "подполье", они продолжают жить, дожидаясь лучших времен. Здесь зарождаются ростки новых философско-религиозных учений, способных стать идеологической основой цивилизации в следующем цикле.

ФАЗА ВОЗНИКНОВЕНИЯ

Пассионарный толчок не сразу дает о себе знать. По мнению Л.Н. Гумилева, не менее 150 лет должно пройти, прежде чем "инкубационная" (скрытая) фаза пассионарности обнаружит себя как начало нового цикла этногенеза. Как уже говорилось, А. Тойнби видит корни большого цикла развития суперэтноса в фазе возрождения предшествующей цивилизации. Здесь, по его мнению, закладывается идеологический фундамент, опираясь на который беспокойные члены общества в будущем выстроят новую программу развития группы наций.

Л.Н. Гумилев объясняет пассионарный толчок причинами космическими и генетическими (биологическими). По мысли автора данной концепции, некое космическое излучение, попадая на подготовленную предыдущим развитием человеческую популяцию, генерирует повышенное число мутаций. Отклонения от психической нормы формируют контингент биологически беззащитных идеалистов, совершающих в конце концов переворот в сознании своих современников, часто ценой своих жизней. Сам факт мутации ускользает от современников и летописцев. При слишком близком контакте с событиями закономерности большого масштаба заслоняются множеством деталей. Выступления пассионариев воспринимаются как чудачество, сумасшествие, дурной характер и т.п. Лишь по прошествии многих десятилетий, когда новации становятся традицией, появляется желание найти их исток. По мысли Р.С. Коллингвуда (1980), цивилизации умирают или рождаются не под реющими флагами, а в темноте, в тиши, когда никто не сознает этого. Лишь впоследствии некоторые, мысленно возвращаясь назад, начинают понимать, что произошло. Этим скрытым от глаз "созреванием в темноте", вероятно, объясняется то обстоятельство, что о фазе возникновения этносов и цивилизаций написано чрезвычайно мало, а то, что написано, в основном умозрительно. Но "заговор молчания" историков не должен вводить в заблуждение: момент зарождения нового цикла этногенеза по своему значению превосходит все остальные моменты.

Заметим, что "мутации" коллективного сознания вовсе не требуют возникновения наследуемых изменений в хромосомах людей. Психика человечества - сфера гораздо более динамичная, чем биологическая наследственность. Именно поэтому психологические смены, как показал П. Сорокин (см. гл. VI), составляют характерную черту эволюции общества. В этой подвижности скорее можно предполагать причину связи социальных перестроек с космическими (и, очевидно, теллурическими, внутривоздушными) катаклизмами.

Зависимость, угаданная Л.Н. Гумилевым, совпадает с ныне широко известными наблюдениями А.Л. Чижевского (1924).

Взгляд А. Тойнби на зарождение цивилизации сводится к тому, что не космическая, а более близкая, земная среда зажигает бикфордов шнур, бросает "вызов" народам в момент зарождения следующего цикла развития. Примером такого вызова может быть завоевание варварами античного мира Южной Европы, другой пример — потеря плодородия почвы из-за засоления в древнем Двуречье. Потрясение выводит людей из состояния стабильности, бездействия. Встрепенувшись, они устремляются к решению вставшей перед ними задачи. При этом практические действия направляются идеологией, дождавшейся "в подполье" своего часа и здесь, на переломе, нашедшей себе применение.

При всем различии концепций Гумилева и Тойнби оба автора связывают зарождение новых циклов развития человеческого общества с взаимодействием между внешними причинами и внутренней логикой саморазвития. Логика состоит в том, что во время после ухода с исторической сцены некоторой социальной целостности происходит скрытое накопление определенного потенциала в форме не задействованных до определенного времени идей и идеологий. Благоприятные условия для выхода накопившейся энергии на поверхность создаются или внешним воздействием (Тойнби), или достижением критической точки, когда число пассионарных личностей становится достаточным для "заражения" своими идеями большинства окружающих (Гумилев). И в той и в другой модели вместе с накоплением энергии идет кристаллизация идей, которая затем направляет применение этой энергии.

ФАЗЫ РОСТА (возникновение, подъем)

Фазы роста начинаются с явления, которое Л. Гумилев назвал "уходом". Выражается это в том, что отдельные пассионарные личности неосознанно (сначала) оказывают противодействие существующим традициям. Окружение становится им чуждым, тяготит их, им ничего не остается, как уйти из родного дома на поиски новой обстановки, отвечающей их внутренним идеалам. На эту же особенность ухода молодых дворян (не всех - меньшинства) из общества, закосневшего в статичном состоянии, указывал и Тойнби. Правда, в его теории этот "уход" представляется более осмысленным. Он предпринимается не просто из протеста, а как необходимый шаг для поиска пути решения проблемы, стоящей перед обществом. Во всяком случае, можно предположить, что "уход" позволяет творческим личностям реализовать свои потенции, поскольку относительная изоляция является условием духовного подъема для человека. Такие личности как бы выходят из прежнего инерционного потока общества и устремляются к поиску новых идей, нового ритма, новой вибрации, которая уже носится в воздухе. То смутно, то яснее пассионарии начинают ощущать эту волну в себе. Происходит зарождение романтики, новых веяний в поэзии, музыке. Это время эмоциональных взрывов, интеллектуальных находок. Особенность творчества в этот период молодости расы ("варварский" век), по мнению Лебона (1896), состоит в том, что искусство окружено ореолом мечты, которая и дает ориентир в будущее. Приближая сознание людей к возвышенному идеалу, пламенное творчество порождает больше шедевров, нежели в апогее развития, в период зрелости. Признаки роста такого типа мы находим как у Гумилева, так и у Тойнби, а также в описаниях Лебона (1896), Виппера (1911) и многих других авторов.

А. Тойнби считает, что бурная эмоционально-поисковая фаза довольно быстро может смениться фазой здравомыслия, конструктивной. Здесь творец идеи придает своему труду форму, приемлемую и достаточно понятную для большинства людей. В стадии возврата из добровольного изгнания творческое меньшинство выступает в роли возмутителя общественного спокойствия. Наполненное новыми идеями, оно стремится воплотить их в действительность. Огромна притягательная сила идей, осуществление которых приводит в дальнейшем к созданию новых этносов и цивилизаций. Большую роль при этом играют несломимая вера в правоту своих идей и внутренняя сплоченность творческих групп, преодолевающая инерцию разобщенной колеблющейся обывательской среды.

По словам Гегеля, первый толчок, причина, всегда лежит в голове, в инициативе рассудка или фантазии, затем идет борьба с материей. На личность переносят все функции духа, на массу - все функции материи. Согласно Лебону (1896), распространение идей в массы осуществляется больше внушением, нежели доказательством. Новые устремления без оговорок принимают одни личности и отвергают без оговорок другие. Идут страстные дебаты, идея прогрессирует, сначала медленно, с неравномерным нарастанием. Новые поколения, видя, что идея оспаривается, склонны принять именно ее в первую очередь. Для молодежи, жаждущей независимости, полная оппозиция устаревшим идеалам представляет самую доступную для нее форму проявить свою оригинальность. Постепенно новая психическая доминанта, идущая от творческого меньшинства, вытесняет другие психические напряжения в обществе, стягивая к себе их энергию. Пассионарии совершают поступки, которые, суммируясь, при благоприятных условиях ломают традиции. Одним из первых рушится императив права рождений. Не происхождение, а личные качества каждого человека начинают определять положение его в обществе.

На основе неосознанной тяги людей определенного склада друг к другу, по Гумилеву - комплиментарности, возникают первые объединения, консорции. Это могут быть артели, религиозные секты, школы в искусстве. Их связывают общность судьбы, взаимная привязанность, добрая воля, они спаяны чувством справедливости и веры в новые идеи. В социальном плане консорции нестойки, легко возникают и так же легко могут рассыпаться. Но когда таких групп становится много, появляется возможность — при благоприятных условиях — слиться в более крупные и более жизнеспособные единицы, конвиксии. Их уже можно назвать этническими образованиями, так как связующим началом становится общий быт, семейные связи. Укрепляются общие

духовные поиски, наряду с материальной сферой они начинают определять лицо объединений. Если условия по-прежнему благоприятствуют развитию процесса, то популяции, охваченные пассионарным подъемом, продолжают объединяться дальше, формируя территориальные общины — субэтноты. В качестве примеров таких субэтнот Л.Н. Гумилев приводит сибиряков-чалдонов, поморов, старообрядцев, донских казаков. Родственные связи повышают устойчивость субэтнот к внешним воздействиям. Следующая ступень объединения разрозненных субэтнот приводит к формированию структуры, оригинальной по своей культуре, - этносу.

Процесс развития энергетической волны в зарождающемся советском обществе прошел на глазах наших близких предков (Парыгин, 1966; Ольшанский, 1989 и др.). Здесь брожение и колебание массового сознания, нарастая во времени, привели к накоплению колоссальной энергии, к выработке общественной воли. В особые моменты, чтобы произошел окончательный перелом в шатающемся настроении масс, понадобилась геройская инициатива, дерзания отдельных групп. Но именно в фазу брожения, возбуждения масс новые мнения легче внедряются в сознание людей, чем в другие фазы.

Психологическая подготовленность масс - обязательное условие для успешного прохождения процесса создания этноса. Идеи пассионариев находят отклик в умах людей, если в обществе накапливаются ощущение неполноценности реальной жизни и недовольство существующим состоянием, усиливаются настроения сломать старый режим. В этих условиях идеи творческих личностей становятся спичками, падающими на горячий материал. Комплекс негативных (на разрушение) и позитивных (на созидание) установок быстро активизирует массы к самоорганизации, возбуждает мощную энергетическую волну, разбегающуюся до возможных пределов во все стороны.

Пассионарная вспышка отвечает процессу, который физики называют распространением возбуждения в активной среде. Он становится возможным благодаря не только нестабильному состоянию умов, но и способности людей к подражанию. "Подражание в общественно-социальном организме - такой же закон, как наследственность в физиологическом организме", - писал Г. Тард (1892, с. 74). Энергия волны, сравнимая с распространением эпидемии, подчиняет себе инертную в других условиях массу нетворческих личностей. Для них вдруг становятся привлекательными идеалы, выдвинутые лидерами, и процесс распространяется уже сам по себе, непрерывно усиливаясь. Всеобщее психологическое заражение, или мимесис, по терминологии Тойнби, обеспечивает быстроту и слаженность действий, четкую субординацию функций, дисциплину и оптимизм народа. В результате общего подъема активности настроения пассивных и активных деятелей звучат в унисон, вырабатывается общий стереотип поведения, слагается единый ритм этнического поля. Этнос начинает действовать как единое целое. Возникает общественная воля, проявляющая решительность и даже жестокость по отношению к противникам нововведений.

В ситуации нарастания большой энергетической волны сознание масс движется столь стремительно, что в короткий срок оно проделывает такую работу, на которую в спокойные периоды уходит бесчисленное количество лет. При этом ускорении возрастает роль символов, словесных знаков, лозунгов, которые в сжатой форме определяют направленность массовых выступлений, дают им ориентиры, стремительно пробуждают и возбуждают сознание общества.

А. Тойнби, однако, замечает, что мимесис создает ощущение временной комфортности для нетворческого большинства, но внутренней адаптации не происходит. Подражание обоснованное, с анализом и рассудком, сочетается с подражанием необдуманное, механическое. Это внешнее следование за лидерами со временем явится той хрупкой ветвью, которая обломится в драматический момент, усугубив развитие болезни в фазе надлома.

Естественно, порыв захватывает не всех. Всегда существуют сторонники старого режима, которых устраивала сонная жизнь без потрясений и революций. Консерваторы и бунтовщики взаимно бросают вызов друг другу, что усиливает накал борьбы. Короткая фаза подъема проходит в конфликтах. Пассионарные личности, однако, в силу своей целеустремленности, энергии, способности гибко решать встающие на пути проблемы имеют преимущество и тем или иным путем приходят к власти. В период роста политические, экономические и социальные структуры действуют согласованно, и эта система отличается большой устойчивостью. Это время, когда интенсивно внедряются новые научные парадигмы, технические изобретения, перестраивается ландшафтная среда в интересах общества и общество, в свою очередь, активно адаптируется к природному окружению. Этнос в фазе роста агрессивен. Он расширяет с помощью войн свою территорию, его границы нестабильны. Происходит и мирное подчинение окружающих буферных народов своим стереотипам, своей идеологии посредством мимесиса. Так формируются суперэтносы, объединение этносов, цивилизация. Согласно идее А. Тойнби, энергия творческих личностей не просто возбуждает и направляет в фазе роста энергию масс, а дает начало серии колебаний, волн. Отвечая на первоначальный вызов, общество решает поставленную перед ним задачу. Но продвижение вперед всегда сопровождается возникновением новых проблем. Система сама себе делает новый вызов, снова отвечает на него и так до тех пор, пока не истощится запас творческой энергии народа. Если начальный толчок система получает извне, то в дальнейшем цивилизация все больше сама определяет программу своего дальнейшего развития. По мысли Тойнби, это составляет одну из характерных черт прогрессивной фазы развития цивилизации. С окончанием самопрограммирования начинается упадок системы.

Намеченная схема развития общества в фазе роста может осложняться благодаря некоторым обстоятельствам. Так, если пассионарный толчок попал на недостаточно подготовленную почву, то есть население не накопило

необходимую для взрыва энергию, то зарождение этноса может не состояться. Серия всплесков, восстаний не вызовет цепной реакции и останется без последствий. А. Тойнби обосновывает положение о том, что успешно стимулирует зарождение и рост новой цивилизации лишь вызов средней силы. Чрезмерно сильный начальный толчок вызывает мощный рывок, но энергия истощается в этот начальный момент и родившаяся, казалось бы, цивилизация переходит к застою, не развивается. Вызов слишком малой силы тоже имеет мало шансов задать ритм дальнейшему развитию.

Пассионарные толчки и особенно их явное обнаружение в начале фаз роста представляют собой поворотные моменты первой величины в истории общества. В это время закладываются программы развития социума на сотни лет вперед, притом кардинально отличающиеся от программ предшественников. Если принять полный цикл этногенеза за кризис первого порядка, то названные отрезки истории следует отнести к кризисам второго порядка, подобным рождению нового организма. Зачатый в пассионарном толчке цикл этногенеза, в свою очередь, закономерно сменяет программы развития, хотя эти смены и не носят такого всеобщего характера. Кризисы третьего порядка знаменуют переход от одной фазы цикла к другой. В этом они подобны сменам фаз развития организма в ходе онтогенеза. Исторический материал позволяет пристально взглянуть в последовательность событий при прохождении этих критических точек.

АКМАТИЧЕСКАЯ ФАЗА

Акматическая фаза, или фаза перегрева (см рис. 18), представляет собой, согласно модели Л.Н. Гумилева, естественный результат быстрого роста пассионарного напряжения в обществе. Новаторские идеи так увлекают людей, что система теряет устойчивость, начинаются разрушительные процессы, самоторможение. На какое-то время возникает отрицательная реакция населения по отношению к проводникам прогресса. Но запас энергии еще далеко не истрочен. Сопротивление новациям оказывается преодоленным, и движение вперед продолжается. Только теперь прогресс приобретает характер прерывистого движения, чередующихся подъемов пассионарности и спадов. В моменты временного отступления удается навести некоторый порядок, укрепить систему, но следующая волна вновь ломает установившиеся нормы. Акматический период длится около 300 лет. В целом фаза перегрева знаменует снижение интенсивности преобразовательных процессов в обществе. В этот период каждый следующий подъем пассионарного напряжения не достигает уровня предыдущего. Всю акматическую фазу развития этноса мы можем рассматривать как процесс постепенного сползания к кризису, к надлому.

В этот период кристаллизуется мировосприятие сообщества, принимает законченные формы единый свод культуры, отличающий данный этнос от всех других. Поведение людей все больше определяется традициями, выработанными в предыдущую фазу. Новые стереотипы уже не возникают. Очевидно, к этому времени большую часть своих задач сообщество решило. Оно создало необходимый для нормального функционирования набор социальных инструментов, оно освоило и трансформировало по своим потребностям природную среду, оно расширило за счет соседей ареал своего обитания.

Все такие признаки внешнего благополучия идут рука об руку с накоплением личного богатства граждан и богатства общественного. Забота о сохранении добра заставляет людей все больше отходить от общественных идеалов, долг начинает их тяготить. Все ярче проявляются эгоизм, индивидуальные настроения, соперничество, зависть. Начинает восстанавливаться право наследования чинов и должностей, отвергнутое в период подъема. Вместе с тем число пассионарных личностей в обществе не уменьшается, а, наоборот, растет. В этой фазе оно достигает своего максимума. Избыток беспокойных людей, считает Л.Н. Гумилев, вызывает постоянные конфликты, разрешаемые с позиции права сильного. Борьба против "своих" раздражает массу народа, пассионарии все больше утрачивают популярность. С другой стороны, пассивные элементы, субпассионарии, легче находят свое место в системе, так как потребность в охране накопленных богатств заставляет состоятельных людей нанимать их к себе на службу.

Л.Н. Гумилев, так же как и А. Тойнби, связывает с этим этапом эволюции окончательное оформление суперэтносов - цивилизаций. При посредстве военной силы или живым примером, путем экспорта идей народоначинщик собирает вокруг себя кольцо последователей, так или иначе включавшихся в возникшую культурную общность. Межэтнические войны не исключаются из жизни группировки масштаба суперэтноса, но в этих междоусобицах устанавливается некое равновесие, не нарушающее общей программы развития цивилизации. Акматическая фаза, как и полагается быть переходному периоду, очень разнообразна по настроениям масс, этническим процессам, по доминантам. Здесь временами восстанавливаются устремления, свойственные фазе роста, временами о них забывают. Но основной объем преобразований, связанных со сменой программы развития, приходится на следующую фазу.

НАДЛОМ

Вероятно, не лишена основания мысль Тарда (1892) о том, что коллективный мозг народа (расы) имеет ограниченные возможности развития за определенный отрезок времени. Слишком большой скачок не усваивается массой людей, наступает естественное торможение. С другой стороны) и вожди пассионарного склада с течением времени как бы выдыхаются. Они с блеском способны ответить на вызов один раз, но затем происходит специализация каждого из них на своем нововведении, и следующий вызов ими уже не воспринимается. Вся их энергия тратится уже не на движение вперед, а на сохранение достигнутого. Система, управляемая элитой творцов, теряет гибкость, что повышает опасность проиграть в конкурентной борьбе этносов. Улавливая эти перемены, и народ отказывается от подражания лидерам, от мимесиса. История указывает пассионариям на дверь. Их не обязательно убивают. Используются разные способы избавления от

неудобных соотечественников, например их отправляют в крестовые походы или приглашают осваивать новые земли за океаном. А на родине, уставшей от великих деятелей, идет переоценка ценностей, сменяются идеалы, стереотипы поведения. Авторитет высокой нравственности, долга, чести, патриотизма постепенно уступает место делячеству, стремлению к личному обогащению. Вчерашних последователей благородных идей охватывают настроения эгоизма, возросшего цинизма. Обман, предательство становятся нормой жизни. Система, пораженная деморализацией, теряет единство устремлений, монолитность, нарушается четкое взаимодействие всех уровней административной и социальной иерархии. А. Тойнби считает главной утратой потерю сообществом способности к самодетерминации. Народ теряет ощущение своего единства, поддержка "своих" ослабевает, господствует разброд. В этих условиях естественно, по мнению Л.Н. Гумилева, должны затухать основные процессы формирования этносов, этногенез заканчивается.

В условиях дезорганизации общества оно раскалывается по трещинам, "вертикальным" и "горизонтальным" (Тойнби, 1991). Первое подразумевает ослабление связей, вражду, междоусобицы между территориальными общинами, стремление обособиться, уйти из-под влияния центральной власти. Горизонтальные трещины делят общество по классовым признакам, не игравшим большой роли в период пассионарного подъема.

Принадлежность к доминирующему меньшинству становится в глазах обывателей непререкаемой ценностью, принадлежность к "внутреннему пролетариату" (термин А. Тойнби) - едва ли не пороком. Выделяется также "внешний пролетариат", к которому Тойнби относит периферические варварские племена или народности.

Творческий потенциал народа падает. Период идущих потоком изобретений, научных открытий, новых стилей в искусстве сменяется временем наведения порядка в том, что уже наработано раньше, временем подражания и отработки мелочей. Вера, фантазия, раскрепощенное сознание фазы роста, дающие свободу творцам, вытесняются скепсисом, приземленностью интересов. Расцветают гармоничные личности, продолжатели, систематизаторы. Если во время роста большинство новаций возникает в географическом ядре пассионарного взрыва, то к периоду надлома наиболее творческими оказываются обитатели периферии (Тард, 1892).

Весь период кризиса, обозначенного Гумилевым термином "надлом", проходит бурно и занимает немного лет, в среднем около двухсот (Лесков, 1985; Тойнби, 1991). Очевидно, способность людей подражать друг другу, берущая начало от приматов и еще более далеких предков, создает ускорение посредством положительной обратной связи. Этим механизмом определяется также динамическая устойчивость процесса перестройки программ. Современники хорошо видят негативные признаки надлома, но справиться с ним не могут. Даже проекты, представляющиеся удачными, оказываются неэффективными или просто опаздывают с реализацией.

В этих условиях единственным действенным средством сохранения этнической целостности народа становится переход к жесткой системе правления, к принуждению, осуществляемому сильной властью. Надломы - это период укрепления государственных институтов, бюрократии, армии. При этом прежняя гармоничная соподчиненность между разными блоками общественного организма не сохраняется; государственные институты строятся механистически, следуя критерию удобства для аппаратчиков. Церковь теряет свою самостоятельность, в большей или меньшей степени подчиняется государству.

Однако принудительно поддерживаемое единство оказывается непрочным, что подчеркивают как Гумилев, так и Тойнби. Единое этническое поле раскалывается. Фаза надлома завершается внутренними междоусобными войнами. Такой финал пришлось пройти 14 цивилизациям из 19, исследованных А. Тойнби. Углубляющийся кризис приводит к глубоким внутри- и межэтническим коллизиям.

ФАЗА ИНЕРЦИИ. РАСПАД

К концу кризиса внутренняя энергия этноса оказывается в значительной степени растроченной. Ее хватает лишь на поддержание того, что достигнуто раньше, но даже это полностью не удается. Общество живет накоплениями вчерашнего дня, движется по инерции, и черты медленного распада проявляются все отчетливее. Тем не менее внешне все может казаться вполне благополучным, почему фазу инерции нередко величают золотой осенью или даже золотым веком этноса.

Пассионарный дух творческих членов общества окончательно перестает пользоваться поддержкой массы обывателей. Героями дня становятся уравновешенные деятели с гармоничной психологией. Они стоят у руля, они занимаются торговлей, накапливают капитал. Настроения общества окончательно можно обозначить как обывательский цинизм, в нем господствуют алчность, зависть к удачливым накопителям и, одновременно, деловой дух. Пример берут с трудолюбивого разумного хозяина. Высокие страсти угасают, господствуют консервативные настроения, поведением массы управляет не порыв, а традиции, которые снова получают широкое распространение.

Господство посредственностей, духовный застой маскируются за фасадом внешнего процветания. Это период больших технических достижений. Ведется строительство, разрабатываются крупные проекты, в архитектуре, в искусстве оригинальность замыслов заменяется стремлением к гигантизму, к внешним эффектам. Золотой век терпимо относится к ученым, художникам, но похвастаться блестящими открытиями этот период не может. По отношению к церкви возникает отношение подозрительности: не раковая ли это опухоль на теле общества. Тем не менее в сердцах верующих высокие идеалы религии не исчезают, хотя и перестают навязчиво выставляться напоказ.

Общественное напряжение, спустившееся после фазы роста к среднему уровню, оказывается оптимальным для наведения внутреннего порядка. Тут четко работают государственные учреждения. Невысокая степень пассионарности создает "мягкие" условия существования людей. С угасанием страстей возникает импульс к ограничению преступности, убийств, к социальной защищенности. Государственные учреждения гарантируют

людям охрану жизни, имущества, законность. Более монолитным становится суперэтническое объединение народов. Наблюдается перемещение центров деятельности на окраины, где в это время еще сохраняются признаки пассионарного горения. Нередко и центр управления, лидер суперэтноса, оказывается на окраине. Эту особенность фазы распада отмечают как Гумилев, так и Тойнби.

ФАЗА ВОЗРОЖДЕНИЯ

Описание этой короткой фазы можно найти лишь у А. Тойнби. Л.Н. Гумилев не выделяет ее особо, хотя и признает, что в период распада возможны недолгие возвраты пассионарного напряжения. Видимое благополучие социальной системы в фазу распада не может обмануть внимательных современников. Для творческих элементов общества прогрессирующий распад цивилизации, классовое расслоение, национальный раскол, ужесточение режима правления, утрата высоких идеалов становятся новым вызовом, требующим решительной реакции. В качестве рецептов возрождения предлагаются разные варианты развития. Поиск идет в четырех направлениях.

Первый вариант А. Тойнби называет "спасителем с мечом". Это попытка вернуть былые архаичные формы жизни, применяя насилие, заставить идти всех вспять. Второй вариант назван "спаситель-футурист". Суть этого предложения состоит в том, что отбрасывается не удовлетворяющий беспокойных людей современный уклад и вместо него выдвигается некая утопия. И первый, и второй варианты, как показывает исторический опыт, не отвечают насущным задачам развития в данный момент. Один потому, что подразумевает движение в обратном направлении, другой, наоборот, предлагает совершить недостижимый скачок на много ступеней вперед. При этом совсем не исключено, что в далеком будущем появятся условия для осуществления некоторых из этих проектов.

Третий рецепт спасения называется "философ в облике царя". Выход видится в сохранении общественного равновесия посредством утверждения равнодушия к материальным благам и отрешенности от сиюминутных проблем. Сверху задается установка на философское отношение к жизни. Вместе с равнодушием к земному благополучию в концепции этого типа просачивается и равнодушие к судьбам людей, бессердечие.

Четвертое направление поисков связано с идеей появления лидеров особого типа, богочеловеков. Они осваивают новые духовные истины и на этом фундаменте предлагают построить общественные и личные отношения людей, отношения будущего.

Как уже было отмечено, все эти построения оказываются нежизнеспособными, стихия медленного распада сметает их с пути. Но идея силового решения проблем, хотя и не в том виде, как предлагают мечтатели, более других отвечает возможностям общества в этот момент. Поэтому становится реальностью то, что А. Тойнби называет универсальным государством. Задачей его является восстановление единства общества с помощью силы. Оно усиливает контроль за нарушениями порядка, создает мощный аппарат охранительных органов, последствия чего могут быть самыми непредсказуемыми. На место всеобщей воинской повинности, ставшей обременительной и нежелательной для большинства обывателей, становится хорошо обученная профессиональная армия. Если в это время вспыхивают где-нибудь братоубийственные войны, они пресекаются, подавляются.

Универсальное государство неизбежно ограничивает активность масс, заинтересованных не только в личной безопасности, но и в свободе добывания денег. Поэтому такое образование не отвечает задачам развития в данный момент, как не отвечает и задачам развития в далекой перспективе. Последнее можно, скорее, предполагать относительно проектов третьего и четвертого типов. Поэтому фаза возрождения проходит и заканчивается быстрее, чем фаза подъема (Ольшанский, 1989).

Однако фаза возрождения не проходит бесследно. Не своим существованием, а своей гибелью универсальное государство освобождает энергию народа, часть которой, согласно А. Тойнби, расходуется на создание новой вселенской церкви. Это ответ на ограничения, испытанные религией в период усиления государственной власти. Новое вероучение, зародившись в период распада, переживает создавшую его цивилизацию и становится идеологией масс в период подъема цивилизации-наследницы, в начале следующего большого цикла этногенеза. Именно так обрела свою религию христианская цивилизация.

КОНЕЦ ЦИКЛА

Завершающий этап этногенеза позволяет увидеть в нем, согласно модели Л.Н. Гумилева, две фазы, разделенные не очень четкой границей: фазу обскурации и реликтовую, или мемориальную фазу. Сопrotивляемость этносов по отношению к захватчикам в это время резко снижена, поэтому не всем из них историей дано дожить до возраста дряхлости народа.

К началу фазы обскурации преобладание личностей субпассионарного склада над остальными становится абсолютным. Тихие и буйные субпассионарии одинаково враждебно настроены по отношению к гармоничным членам общества, последние вытесняются со всех общественных позиций. Отбор идет по критерию серости. Невежество, беспринципность, жажда наслаждений становятся нормой существования. Распространяется наркомания и другие пороки. Отношения в обществе строятся на выгоде, расчете, эгоистических интересах. Необязательность) ненадежность, всеобщее недоверие разъедают общество, правители подозревают своих соратников в измене. Коррупция в правящих кругах перестает быть экстраординарным явлением. Интеллект и трудолюбие подвергаются осмеянию.

Устойчивость такого общества невысока. Индивидуалистические настроения в среде обывателей, отсутствие личностей, способных жертвовать собой, общее понижение жизненного тонуса ведут к тому, что ответы на внешние и внутренние вызовы ослабевают, запаздывают. Все существование этносов в этой фазе превращается

в серию мелких надломов, на которые народ и правители не успевают реагировать. Социальные кризисы сопровождаются биологическим вырождением народа.

Психическая пустота людей отзывается деградацией культуры, которая перестает быть предметом заботы общества и правительства. Наука низводится до компиляций, переписывания старых истин. В искусстве наблюдается снижение стиля, отвечающее всеядности некультурной публики. Религиозность массы жителей сводится к формальному исполнению обрядов, упадок духа проникает даже в монастыри. Природная среда, уже ранее превратившаяся из "храма" в "мастерскую", теперь становится просто предметом расхищения, бездумной эксплуатации.

Все эти признаки индивидуальной и общественной деградации народа в фазе обскурации не могут не отразиться и на этническом самосознании. Солдатские бунты свидетельствуют о том, что "свои" ценности переходят в сознании людей на первое место, а коллективные, общенациональные отходят на второй план. Некоторое восстановление целостности этноса возможно за счет активизации окраин, но общая тенденция распада остается непреодолимой. Лишь накопленный ранее опыт, традиции, установившиеся формы управления (недемократического) и общественных отношений все еще позволяют этносу существовать, воспроизводя себя от поколения к поколению.

В некотором смысле противоположностью, отрицательной реакцией, ответом на вызов всеобщей деградации, становится реликтовая фаза этногенеза. Пассионарии совершенно не способны существовать в этом обществе, они уходят. Но и законченные субпассионарии уже не отвечают требованиям дня. В обществе начинают преобладать люди спокойные, доброжелательные друг к другу, с гармоничной психикой. Разнообразие типов характеров, темпераментов сужается до предела. Наступает тихое, простое существование, жить без конфликтов и несбыточных желаний становится легко, возвращается утраченный рай. Восстанавливается равновесие во взаимоотношениях человеческого общества и природы. Быт, нравственность строго регламентируются традициями, культурами, религией. Общество контролирует рождаемость, предупреждая этим возникновение демографических и экологических проблем. Уважительное, охранительное отношение к природной среде становится непререкаемой нормой. В случае каких-то неприятностей с природой народ легко снимается с места и ищет себе другое место.

Социальное устройство народа в реликтовой фазе обычно примитивно. Господствует племенная раздробленность, хотя в отдельных случаях может сохраниться от предков и более сложное устройство, как у аборигенов Центральной Америки в момент появления там европейцев.

Цивилизованные завоеватели, хладнокровно вытесняя реликтовые народы с насиженных мест, грабя и истребляя их, нередко, однако, очаровывались идиллической жизнью обитателей островов Океании, Малайзии, Австралии, тропической и Северной Америки, Африки. Но под покровом благополучия сознание этих народов, возможно, где-то в глубине несет отпечаток тупой покорности судьбе, безнадежности. И это неизбежно, поскольку мемориальная, реликтовая фаза - это полная остановка развития, прекращение этногенеза. Развитие невозможно там, где нет идеалов и поведение людей почти целиком управляется рефлексам, где людям ничего не надо, где лишь в легендах и мифах сохранились воспоминания о блестящем прошлом народов. Даже понятие о времени как этноисторической категории у этих народов обычно отсутствует, время замкнуто в суточном и годовом ритме. Судьба этих народов определяется уже не ими самими, а соседями. Беззащитные по отношению к энергичным завоевателям, мемориальные народы могут существовать лишь до тех пор, пока географическая изоляция спасает их от агрессоров. Эта фаза может быть названа "после конца".

Однако безжалостные завоеватели не затрудняют свое сознание тем, что каждый этнос - это лишь звено в цепи развивающейся общечеловеческой культуры. Миссия мемориальных народов, в частности, заключается в том, чтобы передать потомкам сохраняемые ими ценности материальной и духовной культуры. Но в стремлении к обогащению пассионарии-конкистадоры, завоеватели, покорители не останавливаются перед геноцидом, разорением памятников культуры. Вздохи по утраченным безвозвратно ценностям начинаются потом, когда восстановить удастся лишь крохи. Лишь в случае "удачи" историческая эстафета передается будущим этносам и, вопреки алчности пассионарных варваров, становится опорой при построении здания новых культур. Примеры такой "удачи" — культуры Древнего Египта, эллинской и римской античности.

РЕЗЮМЕ

1. Многие характерные черты кризисов, присущие абиотическим и биологическим системам, проявляются и в человеческой истории. Здесь можно встретить как быстрые, так и медленные смены программ, отчетливо прослеживаются иерархия кризисов, участие в них механизмов самоусиления и самоторможения и пр. Но особенности социальной эволюции, отличающей ее от эволюции биологической, не могли не сказаться и на специфике кризисов, переживаемых человеческим обществом.

В обществе передача важнейшей информации происходит в основном не по наследственным каналам связи, а по внешним коммуникационным путям, посредством обучения. Это обеспечивает большую быстроту процесса (передачи) мобильность, возможность передачи как по цепочке потомков, так и "вширь", среди современников. Наряду с распространением нововведений, полученных путем биологических мутаций, потомки и современники наследуют также свойства и знания, благоприобретенные при жизни индивидуума. Л.Н. Гумилев придает большое значение чисто биологическим наследственным связям, мутационным процессам как при возникновении пассионарной вспышки, так и в дальнейшей эволюции этносов. При объяснении кризисов мы склонны, однако, сосредоточить внимание на социальных средствах передачи информации, которые обладают значительно большей гибкостью и быстродействием по сравнению с биологическими.

2. Интенсификация межличностных связей дает возможность возникнуть социальным группировкам, в которых активность индивидуумов скоррелирована значительно сильнее, чем в биоценозе, и этим скорее напоминает организм, построенный из живых клеток. Аналогия с организмом может быть обнаружена не только для сообществ низшего ранга, консорциев и конвексий, но, в какой-то степени, также для этносов и суперэтносов. Теснота внутренних связей между личностями-клетками обеспечивает повышенную реактивность этнической системы по сравнению, например, с биоценозом в отношении внешних и внутренних возмущений. Отсюда возникает свойство этнического организма поддерживать автоколебательный режим, которое А. Тойнби рассматривает в свете понятий вызов-ответ.

Со способностью людей прогнозировать и осмысливать свои действия связано то, что кризисы совершаются сначала в сознании членов общества, а затем уже в реальности. Впереди идет идея. Другое дело, что неадекватное отражение действительности во многих случаях заставляет людей формулировать для себя совсем не те цели, которые выдвинуты объективным ходом истории. "Свобода, равенство и братство" Великой Французской революции, так же, как и лозунги опрощения Лютеровской Реформации, по прошествии десятилетий были переосмыслены как средства развязать руки буржуазии для утверждения системы свободных рыночных отношений.

3. Можно предполагать, что главное событие этногенеза, пассионарный толчок, подготавливается заранее, возможно, еще на стадии угасания предшествующих сообществ. У авторов рассматриваемых гипотез почти нет конкретных материалов об этом подготовительном периоде, но логика подсказывает следующую последовательность. Передовые представители народа воспринимают нравственный и организационный распад как вызов и отвечают на него созданием набора религиозных и социальных учений, утопий, идеалов, незримо закладывающих идеологическое основание для будущей вспышки народного возмущения. Успешное зарождение нового этноса, однако, требует совпадения во времени и пространстве еще нескольких условий: достаточно высокого потенциала недовольства масс, разнообразного, контрастного по своим условиям ландшафта и необходимой материальной базы, способной обеспечить жизнеспособность будущего этноса. Такой базой служат "наследство" предыдущих народов в форме достаточной по численности и активности человеческой популяции, а также накопленные ею культурные ценности: традиции, технологии, преобразованный культурой ландшафт. Как правило, "родителей" у нового этноса бывает не один, а два или даже больше. Зона пограничного взаимодействия, оккупации одного народа другим - места наиболее вероятного зарождения этноса следующего поколения. По-видимому, необходимо также энергетическое воздействие космического и теллурического (подземного) происхождения, электризирующее народ. Когда условия налицо, появляются личности, обладающие качествами самоотверженных вождей, идеологов, руководителей, способных выбрать увлекающую народ идею, парадигму и возглавить подъем этноса. Предкризисная фаза переходит в фазу собственно кризиса.

4. Как и в биологической эволюции, каждая фаза этногенеза сама в себе содержит условия своего окончания. Развитие общества в одном направлении неизбежно накапливает некоторые изменения в системе ценностей населения, накапливает недовольство, психологическую усталость. Когда эти изменения достигают определенных пороговых величин, в массах и особенно четко в сознании лидеров возникает возмущение, отказ мириться с прежним порядком. Кризис ведет к смене программы дальнейшего развития общества. Таким образом, как и в других эволюционирующих системах, возникновение кризисов определяется наличием порогов, в чем-то аналогичных фазовым переходам вещества, но пока еще трудно определенных и предсказуемых.

5. Как Л.Н. Гумилев, так и А. Тойнби важную роль в развитии социальных общностей отводят внешним воздействиям. Агрессия соседей, особенно в переломных точках, когда стабильность этнических систем снижается, может задержать прохождение фаз цикла, даже воспрепятствовать естественному ходу событий, может сократить длительность этногенеза или, влив свою культуру, направить развитие народа по непредвиденному пути. Наибольшее значение имеют, по-видимому, войны при закладке нового этнического цикла. В дальнейшем окрепший этнос развивается, следуя в основном своей внутренней логике. Устойчивость этой программы к помехам видна уже из того, что в определенные моменты ни правительство страны, ни выдающиеся общественные деятели, признав пагубность происходящих в обществе процессов, ничего тем не менее изменить не могут.

Анатомия кризисов/ А.Д. Арманд, Д.И. Люри, В.В. Жерихин и др. - М.: Наука, 1999. - 238 с.

Глава VI. ЖИЗНЬ НА ЗЕМЛЕ И ЧЕЛОВЕЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА

"В истории человечества поучительно наблюдать знаменательные волны открытий. Нельзя сказать, чтобы они зависели лишь от случайно возбужденного интереса. Вне человеческих случайностей точно бы самые недра земли в какие-то суженные сроки открывают тайники свои"

Н.К. Рерих

Настоящая глава посвящена сопоставлению эволюции живых организмов и эволюции человеческой культуры. Закономерен вопрос: что может дать такое сравнение для более глубокого понимания феномена кризисов? Как и авторы более ранних работ на эту тему (Наточин, Меншуткин, 1994; Меншуткин, 1995), мы ищем аналогии в этих двух процессах, чтобы отчетливо выявить их внутреннее единство. В случае подтверждения такого

единства может быть поставлен вопрос о создании единой теории эволюции. С другой стороны, каждый этап эволюции имеет свои особенности. Рассмотрение их должно быть не менее поучительно, так как по контрасту с одним могут выявиться остающиеся в тени особенности другого. Но наибольшее значение для нас имеет сравнение биологической и социальной эволюции как средство обнаружения сходства и различия в прохождении критических фаз, прерывающих спокойные этапы разворачивания геосферы.

Как и в предыдущих главах, под кризисным отрезком эволюции мы понимаем время, когда происходит смена программ (направлений, закономерностей) развития и соответствующих им общественных структур. В биологии этому пониманию более всего соответствуют моменты появления новых таксонов (любого ранга) или их исчезновения. В истории культуры новые программы развития общества начинают осуществляться в результате изобретения новых технических изделий или технологий (см. гл. IX), открытия новых материков и законов природы, создания новых мировых религий, новых типов экономики или политического устройства, а равно, и исчезновения их со сцены общественной жизни. В палеонтологической летописи фиксируются даты как появления новых групп растений и животных, так и даты их вымирания. "Вымирание" технических устройств, в каком-то отношении - идей, верований фиксируется археологией, но в большинстве случаев хуже запоминается человечеством, а нередко просто не может быть определено со сколько-нибудь достаточной точностью. Поэтому в дальнейшем разговор пойдет преимущественно о моментах "включения" новых программ, а не их "выключения".

Полезно разделить два типа кризисов "включения". Первый случай - возникновение новых функций, новых программ, не имевших аналогов в прошлом. Нововведение (таксой, техническая новинка) при этом осваивает пустующую "лицензию", не встречая сопротивления со стороны конкурентов. Так происходило, например, при освоении воздушной среды позвоночными животными и летательными аппаратами.

Во втором случае новая программа вынуждена завоевывать место под солнцем, доказывая свое преимущество перед прежними обитателями уже занятой лицензии. Так, цветковые растения в меловом периоде потеснили отдел голосеменных, а электрические источники света пришли на смену свечам и газовым рожкам. Ход кризиса в первом и втором случаях должен иметь свои особенности.

Для изучения эволюции в ее разных проявлениях не разработан общий терминологический аппарат. По-видимому, и сейчас его время еще не пришло. Поэтому мы будем в дальнейшем использовать в основном более развитую систему биолого-палеонтологических терминов для описания как органического мира, так и человеческой культуры. По контексту всегда можно определить, относятся слова "мутация", "класс", "ароморфоз", "вымирание" и т.п. к биологическим или социальным феноменам.

Развитие техники рассматривается в данной главе в основном на примере автомобилестроения (Алексеев, 1990; Новоселов. Нечаев, 1992). Данные по эволюции культуры взяты из работ: Hawkes, Woole, 1963; Porety, 1965; Mumford, 1963; Чубаров, 1991; Чизхольм, 1994; Советская Историческая Энциклопедия; Большая Советская Энциклопедия и др.

ЕДИНЫЙ "МОТОР" ЭВОЛЮЦИИ

Главное, что объединяет эволюцию живых организмов и созданий человеческой культуры, - единый механизм возникновения новой информации, двухтактный "двигатель эволюции" (Арманд, 1988). Он знаком нам по дарвиновской теории. Как в том, так и в другом случае движение к новому начинается с мутаций, создания избыточного количества вариантов будущей конструкции. Носитель наследственной информации - генофонд популяции живых существ, техническая документация технологического процесса, мифологическое наследие этноса - не изолированы от случайных или сознательно внесенных возмущений. "Ошибки" при перекодировании и передаче информации, бесконечные перекомбинации и все более сложные сочетания элементов, составляющих системы, формируют широкий ассортимент "мутантов", сырого материала для дальнейшей работы. Второй этап состоит в просеивании этих множеств через сито, в котором изначально заложен такой критерий отбора, как максимальное число размножающихся потомков. Итогом служат выживание форм, в наибольшей степени соответствующих заданному критерию, и уничтожение или уход в скрытое недействительное состояние остальных.

Хромосомам - носителям биологической информации - в обществе соответствуют тексты или память устных преданий, где содержатся алгоритмы человеческого опыта, сохраненного предыдущим отбором. Аналогом мутагенов, таких, как жесткое излучение, химические вещества, в явлениях культуры служат творческие способности беспокойных людей, экспериментаторов, постоянно преследуемых вопросом: "А нельзя ли иначе?" Второй такт "двигателя эволюции", естественный отбор организмов, производимый в природе биотической и абиотической средами, в обществе заменяется человеческой оценкой каждой предложенной новинки и осознанным выбором в соответствии с поставленной целью.

Успешный естественный отбор в природе обычно связан с прогрессивными изменениями в морфологии, анатомии, физиологии, образе жизни организмов. Отдельные примеры утраты признаков, ненужных, скажем, при переходе к паразитическому образу жизни, рассматриваются по большей части как регресс, но они не отменяют общей тенденции, состоящей во все большем усложнении организации живого вещества. Критерии прогрессивности общественно значимых инноваций и новых признаков, полезных лишь для одной популяции организмов, на первый взгляд должны иметь мало общего. Однако в том и в другом случае результат отбора практически одинаков, удовлетворяя правилам, сформулированным большей частью А.Н. Северцовым (1939). Различия лишь во внешнем оформлении. Отбор знаменует увеличение числа особей, расширением ареала, распадением таксона на ряд более мелких, дифференциацией и интенсификацией функций организма-

победителя, повышением энергии его жизнедеятельности. Называют и такие признаки биологического прогресса, как увеличение объема биологической информации, повышение гомеостаза и контроля над внешней средой, кооперация в надорганизменные системы. Все это мы можем наблюдать не только в эволюции организмов, но и в эволюции культуры. На наших глазах происходит увеличение видового разнообразия в классе систем "автомобиль": специализация, увеличение мощности и экономичности двигателей, оснащение все новыми приборами, сервомеханизмами, увеличение надежности (аналог гомеостаза), повышение проходимости (контроль над средой). Для выполнения определенных социальных функций происходит внутривидовое и межвидовое кооперирование механизмов. С помощью комплексов адаптированных друг к другу машин осуществляются в наше время сельскохозяйственные работы, добываются полезные ископаемые, ведутся военные действия.

Разветвленную систему аналогий, по-видимому, вытекающих из единства общего механизма эволюции в технике и в биологии, рассматривает В.В. Меншуткин (1995). Вот некоторые из них:

там и тут реализуется принцип смены функций, или принцип Дорна, согласно которому главная функция органа ослабевает, а вторичная усиливается:

то же относится к принципу Плате: при сохранении главной функции увеличивается число второстепенных; субституция функций или органов, т.е. замещение в ходе эволюции одного органа другим;

физиологическая субституция по Д.М. Федотову. Она состоит в замене какого-либо органа другим, имеющим другое строение и другое место расположения на теле, но аналогичным по выполняемой задаче;

олигомеризация (сокращение числа однотипных органов) по В.А. Догелю, а также обратный процесс полимеризации; иммобилизация (отмирание) функции;

принцип гетеробатмии (А.Л. Тахтаджян), согласно которому относительная независимость в развитии органов и систем приводит к разному уровню их специализации;

компенсация функций (Н.В. Тимофеев-Ресовский и др.), состоящая в быстром развитии некоторых органов, возмещающем отставание других;

параллелизм в протекании эволюционного процесса. Таксоны царств растений и животных, так же как и таксоны мира техники, в своей эволюции проходят одинаковые, иногда до деталей сходные, фазы.

Закономерность иллюстрируется параллельным развитием семейства самолетов и семейства подводных лодок.

Аналогии, обнаруживаемые в сфере биологической и технической эволюции, имеют глубокую основу. Она заключается в том, что прогрессивным изменениям подвергаются в том и другом случае органы

эволюционирующего организма, необходимые ему для успеха в борьбе за существование. Это становится более понятным, если принять во внимание, что понятие "эволюционирующий организм" со временем расширяет свое содержание, выходя за рамки традиционно понимаемого "организма". Если первые шаги развития жизни имели дело с такой операционной единицей, как амеба с ее ложными ножками, то далее появились моллюски, развивающиеся вместе с раковинной, птицы - вместе с гнездами, бобры - вместе с плотинами на ручьях и, наконец, люди вместе с окружающими их рукотворными техническими "органами". Любопытно, однако, что на этом пути техника, создаваемая человеческими руками, приобрела такую самостоятельность, что ее эволюция повторяет многие особенности эволюции значительно более автономных систем, живых организмов.

ПРЫЖКИ ЭВОЛЮЦИИ

Еще одна особенность, общая для эволюции организмов и эволюции общества, - это неравномерность развития.

А.Н. Северцовым (1939) сформулирована закономерность чередования ароморфозов и идиоадаптаций, или арогенезов и аллогенезов по Н.В. Тимофееву-Ресовскому. Это фазы, отрезки единой эволюционной нити.

Первая из них, редкая и быстро проходящая, характеризуется неустойчивостью и быстрыми преобразованиями генетической системы. Есть основания предполагать, что изменения происходят в эти моменты в регуляторных генах, тогда как структурные меняются не больше, чем в остальных случаях (Назаров, 1991). Появляется новой таксой среднего или высокого ранга. Вторая фаза отличается спокойным развитием событий. Новая группа организмов реализует свои преимущества, заполняя все доступное ей экологическое пространство, вытесняя конкурентов и в деталях приспособляясь к разнообразию осваиваемой среды. В это время ведущий отбор (Шмальгаузен, 1968) творит новые формы организмов, но их отличия от исходных сравнительно невелики.

Лишь иногда отклонения достигают уровня семейств, чаще же адаптация происходит с образованием новых фенотипов, видов и родов. Процесс идет, в соответствии со схемой микроэволюции, маленькими шагами, плавно, изменение форм может быть прослежено по всему пути. Палеонтологический материал по классу непарнокопытных дает возможность провести исследования постепенного хода адаптаций.

Аналогичную картину, лишь гораздо подробнее задокументированную, мы можем наблюдать в эволюции технических устройств. Обратимся к истории автомобилестроения.

Основной вехой в этой отрасли материальной культуры, вероятно, следует считать создание Карлом Бенцем (Германия) первого жизнеспособного автомобиля (Алексеев, 1990; Новоселов, Нечаев, 1992). В 1885 г. он имел четырехтактный одноцилиндровый двигатель с искровым зажиганием, 3 колеса, цепную передачу на ось, имел дифференциал и развивал скорость до 13 км/ч. Эту дату можно рассматривать как основной момент ароморфоза, произошедшего в автомобильной ветви технической эволюции. Дальнейшая идиоадаптация за 10 лет сделала автомобиль рентабельным, способным конкурировать с другими наземными видами транспорта. Автомобиль Генри Форда в 1892 г. уже располагал четырехцилиндровым двигателем, карданным валом, зубчатой передачей вместо цепи Галля, электрическим зажиганием и водяным охлаждением цилиндров. В том же году Вильгельм Майбах предложил заменить фитильный испаритель распылительным карбюратором. Еще

год спустя Рудольф Дизель показал преимущества двигателя, в цилиндре которого распыленное топливо (первоначально каменный уголь) сжимается до температуры возгорания. Этим было дано начало новому таксону автомашин с двигателями, не нуждающимся в специальной системе зажигания.

В первые годы нашего века двигатель внутреннего сгорания еще должен был доказывать в тяжелой конкурентной борьбе свои преимущества перед паровым и электрическим двигателями, применявшимися на колесном транспорте. Конкуренция между "видами" и "родами" автомобилей потребовала усовершенствования и других "органов" и функциональных систем. Появились распределительный вал на головке цилиндров, стартер на сжатом воздухе, затем электрический, система впрыска топлива под высоким давлением, генераторы переменного тока, обслуживающие электрооборудование автомашин, и т.д. Новое семейство технических устройств получило путевку в жизнь, когда на спортивном автомобиле был установлен реактивный двигатель. Параллельно с наращиванием мощности двигателя, надежности, комфорта для водителя и пассажиров происходила дифференциация, специализация, автомашин (легковые, грузовые, самосвалы, лесовозы, автобусы, пожарные, сельскохозяйственные, снегоуборочные). Отделилось семейство гусеничных средств транспорта. При всей видимой постепенности процесса идиоадаптаций в технической сфере нельзя, однако, считать, что каждое заметное усовершенствование, аналогичное образованию нового биологического вида, складывалось из бесконечно малых шагов. По необходимости, например, замена распыленного твердого топлива газообразным (в газогенераторных двигателях) и далее жидким происходила "скачком", так как промежуточных форм горючего просто не существует. Аналогично происходило увеличение числа цилиндров в двигателе, числа скатов, шестерен в коробке передач, ведущих осей и т.п. Это наводит на мысль о том, что и в ходе биологической микроэволюции выделяются свои фазы "микроароморфозов" и весь процесс таксонообразования сверху донизу в принципе одинаков, различаясь, как во фрактальных множествах, лишь масштабом явлений.

Дискретный характер мутаций в эволюции живого вещества позволяет и в этом пункте установить аналогию прогрессивного развития организмов и предметов материальной культуры.

ПЕРЕД КРИЗИСОМ

Морфологические преобразования организмов, следующие за фазой ароморфоза, достаточно подробно изучены палеонтологами. Эти периоды эволюции обычно хорошо документированы "записями" в геологической летописи. Гораздо меньше мы знаем о событиях, предшествующих образованию новых форм жизни. Ручеек поколений живых существ, подготавливающих очередную "революцию" в сообществах организмов, всегда исчезающе узок. Остатки переходных форм, существовавших подчас лишь краткое время, разбавлены в океане форм более стабильных, поэтому их шансы попасться на глаза ученым ничтожны. Большой удачей можно считать находки скелетов кистеперых рыб, предков первых земноводных, или птицеящеров археорнисов и археоптериксов. Скрытый, латентный период образования новых таксонов может даже длиться достаточно долго. Ниточка граптолитов начала виться не позднее, чем со среднего кембрия, а вспышку формообразования она дала только в ордовике. На то же время приходится расцвет брюхоногих моллюсков, ведущих начало с докембрия. Однако все это дает слишком мало материала для ответа на самый трудный вопрос эволюционной биологии: как подготавливается образование новых систематических групп растений и животных. Другими словами, как подготавливаются кризисы. В истории культуры картина сходная. Пожар привлекает всеобщее внимание, когда огонь уже пылает всюю. И все-таки сохранные человеческой историей факты гораздо полнее освещают эти предкризисные моменты, что может бросить отраженный свет и на события биологической истории.

Совсем не всегда открытия и изобретения делаются в тот момент, когда общество готово принять их и внести соответствующие изменения в свои программы повседневных действий (см. гл. VII). На совершенно неподготовленную почву попала идея шарообразности Земли, восходящая к жрецам древней Халдеи (Арманд, 1941). Окружность земного шара неоднократно измерялась астрономическими способами, точнее всего Эратосфеном в III в. до нашей эры. В трудах Пифагора (VI в. до н.э.) эта мысль объединена с представлением о гелиоцентрической Вселенной. Но общественное сознание античности и средневековой Европы оказалось более склонным принять геоцентрическую модель мира Птолемея. Открытие ожидало своего признания 15 веков, и даже после Коперника для завоевания умов потребовалась трагедия Джордано Бруно и отречение Галилео Галилея. Трудно придумать более яркий пример активного сопротивления нововведениям со стороны социальной среды, единственного потребителя открытий и изобретений. Часто изобретение или открытие попросту оставались незамеченными. Посещения Северной Америки скандинавами в раннем средневековье (Тихомиров, 1947) не были восприняты европейской наукой. Технические изобретения Леонардо да Винчи (XVI-XVII вв.), такие как подводная лодка, летательный аппарат тяжелее воздуха, парашют, на несколько столетий опередили наступление условий, в которых они из чертежей могли превратиться в реальные изделия (Mumford, 1963). Танк, впервые вышедший на поля сражений во время первой мировой войны, был изобретен Джоанесом Фонтена в 1420 г. Наша современница авторучка изобретена в XVII в., тем не менее еще полтора столетия назад писатели разбрызгивали чернила отточенными гусиными перьями. По свидетельству Теофраста, в 320 г. до н.э. кузнецы жгли в своих горнах каменный уголь, но только в XVIII в. он завоевал себе позиции основного топлива в промышленности. Переписчикам рукописей в средневековой Франции "удалось" на 20 лет задержать введение книгопечатания в своей стране. Мы и сейчас знаем, с каким рвением крупные промышленные фирмы скупают патенты изобретений не для внедрения в производство, а для того, чтобы положить их под сукно и таким образом обезоружить потенциальных конкурентов.

Перечисление нововведений, "опередивших свое время", можно продолжать. Существуют, однако, примеры "запоздавших" по сравнению с общественной потребностью изобретений. Нет сомнения, что в годы лихорадочной подготовки европейских стран ко второй мировой войне и тем более во время самой войны любые виды нового эффективного оружия немедленно были бы подхвачены и пущены в поточное производство. Общественное мнение было подготовлено и технические мощности достаточны для того, чтобы создать решительный перевес в ходе военных действий путем применения немецких ФАУ-1 и ФДУ-2 или американской атомной бомбы. Если рассматривать историю как цепь случайностей, то следует считать большой удачей, что конструкторы не успели выполнить этот социальный заказ и своих военных задач разрушительные изобретения не выполнили. Русские ракетные минометы "Катюши" активно использовались на фронтах войны, но перелом в противостоянии военных блоков был определен все-таки не ими.

В наши дни вызов изобретателям бросает уже не столько военная промышленность, сколько экология. Выживание человечества поставлено в зависимость от состояния окружающей среды. Поэтому так жестко стоит вопрос, например, о разработке "чистых" способов получения энергии, альтернативных по отношению к самоубийственным технологиям добычи ядерной, тепловой и гидроэнергии. Но физики и инженеры пока не могут предложить экономически оправданных термоядерных, ветровых, приливных, солнечных источников энергии. Не созданы аккумуляторы электроэнергии, значительно превышающие по удельной емкости ныне существующие. Это тормозит решение острой проблемы замены "грязного" двигателя внутреннего сгорания более экологичным электродвигателем. В этих условиях абсурдным выглядит тот факт, что множество экологически оправданных, необходимых технологий, запатентованных и незапатентованных, не находят себе дорогу в практику. Известны методы совершенной очистки аэрозолей дымовых труб, очистки загрязненной воды, разработаны химические источники электроэнергии, по удельной мощности на порядок превышающие лучшие современные образцы. Лежит в патентном бюро оригинальная конструкция колеса с переменным давлением на опору, щадящая пашню, почвенный покров и растительность под трактором и автомобилем (Малкин, 1994). Всем этим нововведениям не удастся пробить барьер инерции, равнодушия или экономической нецелесообразности.

Приведенные примеры позволяют наглядно представить роль среды при отборе технических и научных "мутантов". Как видим, среда, или другими словами суперсистема, может быть крайне благоприятна для ассимиляции новинок, но чаще она препятствует прогрессу, вплоть до активного преследования всего, что нарушает общественный status quo.

Продолжая линию сопоставления социальной и биологической эволюции, мы должны теперь попытаться найти аналогичные проявления в истории живых организмов. Среди высокоразвитых групп позвоночных возможны случаи "сознательного" преследования мутантов. Во всяком случае, к такому предположению подводит эксперимент, проведенный в Крымском заповедно-охотничьем хозяйстве. Для изучения миграций благородных оленей нескольких самцов поместили яркой краской, превратив их в искусственных мутантов. Через некоторое время обнаружилось, что родное стадо отторгло их. Меченые олени паслись отдельно. Однако барьер на пути нововведений — по-видимому — общее явление в биологии. Согласно представлениям, развиваемым В.В. Жерихиным (Жерихин, 1987; Жерихин, Любарский, 1993), каждый биоценоз, прошедший этап взаимной адаптации входящих в него видов, становится тормозом дальнейшей эволюции. В гл. III показано, что увеличение специфичности межвидовых взаимодействий сопровождается повышением замкнутости сообществ, которым "хорошо" и без дальнейших изменений. Таким образом, и биотическая среда живых организмов, так же как среда объектов культуры, обладает ярко выраженной способностью самосохранения, или инерцией. И в этом пункте аналогия между двумя ветвями эволюции достаточно очевидна. Рассмотренные примеры позволяют заключить также, что экстремальные состояния окружающей среды: война, экологический кризис, снижают барьер сопротивления нововведениям и облегчают их выживание в существующих условиях. При этом, очевидно, речь идет не о любых технических и научных "мутантах", а о тех, которые отвечают ситуации кризиса в системе более высокого ранга. В военное время получает "зеленую улицу" военная техника, но одновременно в гражданской промышленности, наоборот, может наблюдаться застой.

По аналогии можно заключить, что и замкнутость биоценозов перестает быть непреодолимым препятствием для эволюционных изменений в эпохи орогенезов, экстремальных отклонений климата (ледниковые периоды), после падения на Землю крупных метеоритов.

Не здесь ли решение проблемы об относительной роли внешних и внутренних факторов в эволюционном процессе? Выстраивается следующая схема: а) развивающаяся система, популяция организмов или отрасль техники, непрерывно предлагает и обновляет "меню" возможных конструкций, мутантов; б) ближайшее окружение системы - биотическая, абиотическая, социальная среда, в свою очередь, предлагает набор имеющихся в данный момент "лицензий", с помощью которых производится операция отбора; в) после заполнения наличных лицензий среда, биогеоценоз или социоценоз выполняют роль классного надзирателя, следящего за тем, чтобы никто из учеников "не высовывался"; г) чрезвычайные события (пожар в школе) отвлекают надзирателя и позволяют ученикам совершать не предусмотренные распорядком действия. Так реализуются в фенотипе новые таксоны.

РОЛЬ ИНЕРЦИИ

Из предыдущего следует, что темп прогресса материальной культуры человечества складывается из двух величин: из частоты порождения новых мутантных форм и вероятности получения ими "вида на жительство",

лицензии. На примере изобретений, связанных с военными и экологическими потребностями человечества, видно, что частота мутаций зависит главным образом от внутренних свойств социальной системы, от уровня знаний, числа изобретателей и плохо поддается управлению. В этом она подобна спонтанному распаду ядер тяжелых элементов.

Распад может быть ускорен лишь посредством приложения огромных энергий (в ускорителях), изобретательство можно лишь несколько ускорить (см. гл. VII) вложением больших денег, созданием коллективов талантливых творческих личностей, например, по типу описанной А.И. Солженицыным "шарашки". Задержать изобретательский процесс, по-видимому, не так сложно, но опыт показывает, что и в периоды отсутствия свободных лицензий накопление патентов в патентных бюро не прекращается. Лишь ассимиляция изобретений обществом в такие периоды откладывается на более долгий срок. Плохо ли это? Статистическая закономерность, хорошо известная климатологам, гидрологам, сейсмологам, гласит, что чем сильнее некое событие - засуха, наводнение, землетрясение - отклоняется от нормы, тем оно реже случается. Это нелинейное распределение, связанное с именем Ципфа, описывает также частоту природных и антропогенных катастроф разной силы, ранжированные по числу жителей ряды городов и многое другое. Сейсмология связывает баллы землетрясений с длительностью интервала между толчками тем, что за большее время успевает накопиться большее напряжение на тектонических контактах горных пород.

Распределению Ципфа подчиняются также таксономические ряды. Если расположить номера таксонов от царств до отрядов по горизонтальной оси графика, а по вертикали - количество таксонов каждого ранга, то получится характерная вогнутая кривая (рис. 19,а). Распределение систематических единиц явлений культуры, о которых подробнее будет сказано ниже, дает похожую картину (рис. 19,б). Если отвлечься от разницы в абсолютных сроках (развитие мира живых организмов произошло за время не менее 3,9 млрд. лет, а мира человека разумного - порядка 1,5 млн. лет), то закон одинаково проявляется как там, так и тут. Чем необычнее изделие (природы или культуры), тем больше времени на его "изготовление" тратит история.

Представляется, что указанная аналогия дает некоторую ниточку для решения основательно запутанного вопроса теории эволюции: как возникают систематические группы высокого ранга? (Назаров, 1991). Можно предположить здесь действие механизма, в чем-то подобного накоплению энергии при землетрясениях. В роли накопителя энергии выступает "банк мутаций". Для случая эволюции культуры это накопление невостребованных патентов, сохраняемых в форме письменных документов или передаваемых от поколения к поколению профессиональных знаний. Иногда изобретения живут веками на периферии человеческого сознания и выполняют совсем не ту функцию, которая впоследствии оказывается важным блоком в программе развития человечества. Около 6 тыс. лет назад в раскопках древних городов Уруха и Ямдар-Насра была обнаружена тележка на колесах, предок всех современных сухопутных транспортных средств. Там она использовалась как детская игрушка. Реальные колесницы, примененные прежде всего для военных целей, появились лишь в раннединастический период истории Египта, на полторы тысячи лет позже. В архаические времена люди украшали себя изделиями из стекла, самородной меди и золота. Долгие века и тысячелетия должны были пройти, прежде чем родилась стеклянная посуда, прежде чем была открыта плавка металлов, которая с помощью бронзового оружия перевернула весь образ жизни наших предков. Более ста лет прошло, с XI по XIII в. уже нашей эры, прежде чем любители фейерверков китайцы сообразили, каким эффективным средством уничтожения друг друга они владеют. Речь идет об изобретении пороха.

Во всех приведенных выше примерах интересна одна деталь. Самое важное изобретение не имеет шансов на признание, пока оно не поддержано еще несколькими, пусть менее существенными новациями. Триумфальное шествие колеса по планете не могло начаться раньше, чем совершилось одомашнивание крупного рогатого скота, лошади, верблюда, осла, и раньше, чем была разработана сбруя для них. Металлургия требовала не только знания самого металла, но и еще искусства строить плавильные печи, изобретения мехов. Для стрельбы с помощью пороха понадобилось создать открытый с одного конца полый цилиндр - ствол ружья или пушки, который, в свою очередь, стал зародышем двигателя внутреннего сгорания. Для того чтобы мог родиться автомобиль, ставший символом и гордостью цивилизации, банки мутаций должны были накопить множество изобретений, до поры подвизавшихся на других ролях. Колесо должно было превратиться в тачку, та - в ручную тележку, далее в конную повозку, от которой уже недалеко и до телеги с мотором. В это же время сплошное деревянное колесо эволюционировало в колесо со спицами, в колесо с ободом, в колесо металлическое, в колесо с пневматическими шинами. Энергетика за многие столетия сменила энергию мускулов человека энергией животного, затем пришел паровой двигатель, электрический, двигатель внутреннего сгорания на твердом, газовом и жидком топливе. Триумф автомобиля опирается в наше время на успехи термодинамики, электротехники, материаловедения, нефтехимии, аэродинамики, внедряются в автомобилестроение радиотехника и электроника.

Итак, вырисовывается следующая схема эволюции объектов материальной культуры:

- а) латентный период, когда изобретение или открытие сделано, но сопротивление среды удерживает его в банке мутантов;
- б) накопление в банках независимо друг от друга сделанных изобретений;
- в) скрещивание потомков двух или нескольких генетических линий;
- г) в счастливый момент потомок нескольких родителей преодолевает потенциальный барьер, получает общественное признание;
- д) период идиоадаптации: используя свои преимущества, "младенец" захватывает все доступное

функциональное (по аналогии с экологическим) пространство, лицензии, еще не занятые или занятые более слабыми конкурентами.

Из сказанного следует, что чем дольше продолжается латентный период, тем больше мутаций накапливается в банке и тем радикальнее отличается новорожденное произведение человеческого ума от всего, существовавшего прежде. Или иначе: чем сильнее инерция среды препятствует ассимиляции нововведения, тем к более высокому таксономическому рангу оно может, в общем случае, принадлежать в момент признания. Очевидно, инерция в принятом здесь понимании - немаловажный фактор в эволюционном процессе.

Изложенные представления об эволюции в области материальной культуры согласуются с сальтационной биогенетической гипотезой Р. Гольдшмидта и по существу совпадают с идеей аристократизма по Г. Осборну. Последняя предполагает длительное накопление "генов улучшения" до того, как сумма полезных признаков, проявившись в фенотипе, окажет решающее воздействие на ход отбора. Действительно, без такого допущения не поддается объяснению, например, "парадокс кукушки" (пример С.М. Мейена). Для того чтобы популяция птиц могла перейти к осуществлению паразитической программы поведения по типу кукушки (подкидывание яиц в чужие гнезда), должно произойти по меньшей мере семь полезных мутаций. Без любой из них программа оказывается неэффективной, не дает преимуществ в отборе, даже наоборот. Яйца будущих кукушек должны стать по размеру не больше яиц певчих птиц, приобрести соответствующую окраску, кукушонок должен обогнать в росте своих сводных братьев, приобрести рефлекс агрессивного поведения и короткий хвост лопаточкой для выбрасывания конкурентов из гнезда и т.д. Предположение об одновременном появлении всех этих полезных отклонений нереально из-за ничтожно малой вероятности подобного совпадения. Остается гипотеза накопления мутаций. Она необходима эволюционистам для объяснения также "парадокса глаза" и ряда других подобных феноменов. Проблема, однако, состоит в том, что генетика не может с определенностью указать механизм безвредного для генотипа хранения множества невостребованных отклонений в гипотетическом "банке мутаций". Также трудно описать механизм поиска благоприятного сочетания этих мутаций или полезного для организма считывания генетического кода морфогенетическими системами. Рекомбинация генов в половом процессе не обладает для этого достаточной мощностью. Скорее, могут помочь в решении проблемы явления трансдукции, переноса генетического материала плазмидами. Во всяком случае, аналогия с социальной эволюцией заставляет вести поиски в этом направлении.

Одним из следствий предполагаемого здесь механизма накопления мутаций должен быть некий ритм таксонообразования, биологические или, в другом случае, социальные "часы". После кризисного момента, когда новая конструкция, новый таксой обнаружил свое эволюционное преимущество и начал завоевывать экологическое пространство, среда, сформированная старыми формами жизни или старыми стереотипами мышления, перестает быть серьезным препятствием для преодоления ее сопротивления. Внедрение в биоценоз новых видов, как и внедрение в социоценоз новых технических конструкций, профессий, научных идей, разрушает сложившуюся систему и запускает процесс поиска нового гомеостатического состояния (см. гл. III). Новшества активно меняют среду своего существования и параллельно, адаптируясь, меняются сами. Обратная связь стимулирует процесс взаимного приспособления блоков системы с незафиксированной заранее конечной структурой. В этом нестабильном состоянии не должно происходить значительных накоплений невостребованных мутаций. Изменчивость работает на адаптацию, в результате постоянно мелкими порциями происходит "разрядка" банков. И лишь по мере роста стабильности вновь сформированных био- и социальных систем инерционный механизм обеспечивает накопление все больших запасов мутаций. "Разрядка" происходит все реже, но зато порождает новации все более высокого ранга. Завершение фазы идиоадаптации нового таксона означает, что он исчерпал свои конкурентные преимущества, вписался в био-(социо-)сферу и вступил в состояние стагнации. Лишь продолжающийся мутагенез (изобретательство) отсчитывает время, подготавливая новый ароморфоз того же самого ранга. Таким образом таксой, уже раздробившийся на множество родов, видов и подвидов, как бы "узнает" о том, что настало время родить следующее изобретение такого же уровня сложности. Биологические и исторические часы отбивают очередной такт.

ОТЛИЧИЯ

Всякая аналогия имеет предел. Так и в нашем случае эволюция феноменов культуры не может во всем до деталей повторять эволюцию живых организмов.

Главное отличие, первым бросающееся в глаза: история культуры творится руками хорошо известного нам Творца, человека, тогда как в истории Жизни мы все силы прилагаем, чтобы обойтись чисто механистическим объяснением прогресса. Эволюционисты, стыдливо признающие участие Создателя и Божественного Промысла, закодированного в терминах "витализм", "телеология", "номогенез", - в очевидном меньшинстве. Что меняет в понимании эволюционного прогресса введение Творца?

Прежде всего система как будто должна стать осмысленной, приобрести цель. Действительно, в каждом акте творения нового устройства присутствует задача в каком-то отношении облегчить жизнь человека. В научном открытии, в философской концепции, религиозном учении - задача лучше понять мир и свое место в нем. Но эти ближние краткосрочные цели не формируют целенаправленного развития всей цивилизации в целом. В этом отношении эволюция общества не отличается от эволюции организмов.

Далее орудием прогресса становится человеческий мозг, биокомпьютер, аппарат моделирования окружающей человека ситуации вместе с самим хозяином биокомпьютера. Это устройство позволяет перевести часть функций "двигателя эволюции", естественного отбора, в пространство мысленных моделей. Среди работающих в мозгу программ наибольшее значение имеет "генератор случайных чисел" вместе с комбинаторной

программой, соединяющей в разных сочетаниях метки, блоки, файлы памяти. В психологии это носит название фантазии, воображения, интуиции, для системологии это генератор шума, аналог биологических мутаций. Затем первые стадии отбора получившихся вариантов мысленно прорабатываются создателем новинок. Огромное большинство таких конструкций погибает, так и не родившись на свет, не просочившись через фильтр внутреннего сита. Третий ингредиент процесса самоорганизации—критерии отбора, определяющие густоту сита, - человек-творец берет в основном из общественной среды. Вопрос "что хорошо, а что плохо" для изобретателя решается на основе системы господствующих ценностей. Но творческие личности способны вносить свои поправки в оценку нововведений, и гениальные личности, возможно, тем и отличаются от "ремесленников", что выдумывают критерии, сильно отличающиеся от общепринятых. После прохождения стадии внутреннего отбора объект культуры попадает под беспощадную критику суперсистемы - внешней среды, и тут его судьба вполне сходна с судьбой только что возникшего вида, рода, семейства и т.п. в мире организмов.

Использование биокомпьютера в алгоритмах эволюционного процесса расширяет возможности комбинаторики. Становятся повседневной реальностью явления, которые биолог назвал бы дальнеродственным скрещиванием. Предварительное проигрывание процесса на моделях позволяет получать плодovitое потомство не от двух, а сразу от нескольких родителей, принадлежащих к таким удаленным генетическим линиям, как электрические изделия, пластмассы, металлургия, резиновые изделия и пр., что уже было продемонстрировано в предыдущем разделе. Очевидно, возможности появления новых таксонов в произведениях человеческой культуры должны при этом повыситься.

Итак, какие же изменения вносит в эволюционный процесс открытое включение в него творческой личности? Оказывается, поразительно малые. Главным и почти единственным отличием эволюции культуры от эволюции биологической, если говорить не о материале, а о закономерностях, является скорость процессов. Разнообразие изделий, сотворенных человеческим обществом за краткий миг исторического времени, ничуть не меньше, чем разнообразие животного и растительного мира, возникшего за миллиарды лет. К этому можно добавить увеличение степени автономности процесса. Человеческое общество формирует критерии отбора, все больше исходя из своих потребностей и прихотей, тогда как биологический отбор еще достаточно жестко направляется внешними абиотическими факторами.

Вот и все. О цели мы уже рассуждали. Если была скрытая цель в биологической эволюции, то она сохранилась и в истории (Бердяев, 1990), если не было -ничто не изменилось. Цель, ради которой тратит свое время и талант изобретатель, в механизме эволюции играет в точности ту же роль, что и "цель" организмов - выжить и повысить свою жизнеспособность.

Своим ускорением социальная эволюция обязана не только возможности разыгрывать программы самоорганизации на моделях. Не менее важным фактором является изменение свойств памяти. Хранилищем информации вместо упрятанного в хромосомах гена стал тот же биокомпьютер, оснащенный внешними приспособлениями: чертежами, записями и пр. Громоздкий путь передачи информации по цепи генотип-фенотип-генотип и т.д. и вширь посредством расселения растений и животных был заменен трансляцией с помощью обучения. Носителями информации становятся без больших затруднений огромные массы людей, родившихся на огромных пространствах Земли. Контингент "потомков", наследников знаний, способных комбинировать, развивать их дальше, невероятно расширяется. Это во много раз увеличивает вероятность возникновения полезных мутаций где-то в информационном море и во столько же раз увеличивает скорость распространения инноваций.

УСКОРЕНИЕ

Для того чтобы по достоинству оценить вклад творящего субъекта в эволюционный процесс, следует найти способ измерения скорости эволюции как на биологической, так и на социальной стадии. Мерой скорости служит частота возникновения новых таксонов. Однако сравнимые результаты можно получить лишь в том случае, если разнообразие биологических и социальных явлений будет описано единицами одной и той же таксономической системы. Для достижения поставленной цели был произведен опыт создания классификационной системы феноменов материальной и духовной культуры, аналогичной Линнеевской всякой системе живой природы. Предположения о реальности таких попыток опирались на теоретические представления В.Н. Беклемишева (1994), в частности, на идею о том, что "...черты сходства между обществом и организмом гораздо значительней, чем отличия" (с. 51). Ниже излагаются в краткой форме исходные принципы и результаты опыта.

В наши дни не существует общепринятой биологической систематики. Мы приняли за образец распространенную среди отечественных биологов систему организмов, предложенную А.Л.Тахтаджяном (1972, 1973). Феномены культуры были расклассифицированы по 9 рангам, аналогичным принятым в биологии от надцарств до видов (табл. 5). Для упрощения из системы исключены неосновные промежуточные таксоны: подклассы, надсемейства и пр.

Принципы классифицирования живых организмов прошли со времени первых аристотелевских систем длительный путь. От искусственных систематик ученые перешли к принципу морфологического сходства и различий, затем добавились физиологический, биохимический, экологический, кариосистематический (строение хромосом), геносистематический, этологический (для животных) принципы. При этом во всех случаях преследовались две цели: наиболее компактное, экономное описание разнообразных организмов (сжатие накопленной информации) и установление родства, построение филогенетических деревьев. В

конкурентных отношениях оказались формальный численный подход и содержательный кладистический. Сделаны попытки объективизировать процесс выделения рангов с помощью понятий орган, система органов, аппарат (физиологический) и др. (Любарский, 1991). Тем не менее одни и те же группы организмов "плавают" в систематических таблицах как по горизонтали, от одной наследственной линии к другой, так и по вертикали, от таксона к таксону. Очевидно, что и для объектов культуры классификационная схема, предложенная здесь, оставляет большие возможности для дальнейшего совершенствования.

Как отмечают биологи, две систематические единицы обладают наибольшей устойчивостью по отношению к всевозможным перестройкам таблицы: вид и тип (отдел в растительном царстве). Вид устойчив благодаря тому, что делящими признаками служат минимальные наследуемые отличия одного таксона от другого.

Принадлежность к одному типу расшифровывается как общий план строения, что для биологов звучит достаточно операционально. В мире животных довольно четок критерий выделения ранга "класс". К разным классам относятся организмы, обитающие преимущественно в разных средах: рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие. Эти установки относительно трех "реперных" таксонов были перенесены и в систематику объектов культуры. Однако преимущественно морфологический подход оказывается несостоятельным в приложении, например, к явлениям духовной культуры) поэтому он был дополнен функциональным. С основным планом строения объектов ранга "тип" были соотнесены основные общественные функции и основные направления человеческой деятельности. При выделении классов принималось во внимание не только соответствие объектов (например, средств транспорта) определенной природной среде, но и их функционирование в разных типах социальной, производственной, технической среды. Понятию "вид" для изделий промышленности и сельскохозяйственного производства достаточно полное соответствие устанавливается с единицами, используемыми в номенклатурных справочниках, ГОСТах, технических инструкциях. Принадлежность феноменов культуры к другим уровням таксономии определялась посредством экстраполяции. Для еще более четкой ориентировки в море разнообразных явлений были определены критерии отнесения феноменов культуры также к другим таксонам, не во всех случаях, правда, использовавшиеся. Так, принадлежность к определенному отряду должна нести информацию о техническом решении функциональной задачи, например, к разным классам одного отряда отнесены автомобили с паровым двигателем, с двигателем внутреннего сгорания, особо - с дизельным мотором, с реактивным двигателем.

Разделение на семейства связывается с различным назначением предметов или действий. Пример: животноводство разделено на преимущественное производство продуктов питания, на использование животных как тягловой силы, использование для охраны жилищ, для украшения интерьера. Выделение рода связано - для изделий - с непринципиальными деталями строения, выделение вида - с внешней отделкой, размерами и т.п. На самом верхнем уровне иерархии обозначено пять надцарств: явления материальной культуры, энергетика, информационное обеспечение культуры, организация деятельности людей и духовная культура. Менее значительные подразделения отнесены к уровням царств и подцарств. Так, духовная культура подразделяется на царства: мировоззрение, творчество, наследование культуры, нравственность и духовная деятельность. Названные критерии классифицирования дают лишь самую общую ориентацию для составления типологической схемы, в какой-то степени изоморфной схеме типологии организмов. В ней не всегда удается избежать неоднозначности в отнесении объекта к той или иной клетке схемы. Однако можно считать, что для сопоставления творчества Природы по созданию биоразнообразия и творчества людей схема (см. табл. 5) может дать достаточно информации.

Само сопоставление проводилось следующим образом. Для обеспечения некоторого уровня полноты в использовании данных по систематике растений и животных были выписаны все названия таксономических групп организмов, относящихся к рангам выше семейства, из Биологического энциклопедического словаря (1986). Везде, где было соответствующее указание, отмечалось время (эпоха) возникновения первых представителей данного таксона. Датированных таксонов оказалось 374, недатированных - 696. Аналогичный список явлений культуры был составлен по материалам двух томов "Истории человечества" (Hawkes, Woolley, 1963; Rogeti, 1965), по монографии Дж. Чизхольма (1994), по некоторым статьям из Советской исторической энциклопедии. Большой Советской Энциклопедии (2-е изд., статьи "Египет", "Китай", "Техника" и др.). Удалось собрать 254 явления культуры, более или менее датированных, относящихся к намеченным выше пяти надцарствам. Все эти события были расклассифицированы в соответствии с изложенными выше принципами. Полученные данные по систематике организмов и систематике культуры сведены в таблицы, которые здесь не приводятся из-за своей громоздкости, и нанесены на графики, построенные на шкале геологического и исторического времени (рис. 20). По этим данным вычислены частоты возникновения новых таксонов биологических и социальных явлений.

Природа за всю известную нам геологическую историю (4,6 млрд. лет) порождала в среднем 0,23 новых таксона рангом от отряда и выше каждый миллион лет. Человеческое общество производило новации тех же таксономических уровней за отведенное ему время (1,5 млн. лет) в тысячу раз быстрее (в среднем 169 в расчете на 1 млн. лет). Увеличение скорости на три порядка - таков вклад человека-творца в единый процесс эволюции геосферы. Разница в скоростях окажется еще больше, если обратить внимание не на средние, а на максимальные скорости развития. В пределах как геологического, так и исторического этапа частота появления новшеств в целом возрастала, хотя и не монотонно, а со спадами и резкими подъемами. Наибольшая частота, достигнутая миром организмов, - 1,1 нового таксона за миллион лет (в палеогене). Впрочем, за ничтожный срок четвертичного периода, около 1,5 млн. лет, Природа ухитрилась создать, кроме коллекции новых видов, родов и

семейств, 3 отряда не существовавших ранее птиц: моаобразных, эпиорнисообразных и казуаровых (два из них не удалось сберечь от вооруженных дротиками людей). Как будто услышав сигналы идущего вслед за человеком экологического кризиса, мир животных предпринял отчаянную попытку сохранить биологическое разнообразие и в последнем броске достиг частоты образования высших таксонов 2,7 за миллион лет. Мир человеческой культуры в последние столетия рождает по 195 тысяч нововведений такого же ранга в пересчете на миллион лет. Таким образом, разница максимумов достигает пяти порядков.

На рис. 20, а можно проследить, как длительный период медленного латентного развития жизни на Земле сменился в венде и кембрии бурной вспышкой формообразования - "кембрийской революцией" (Бердели, 1993). Затем вновь продолжалась относительно спокойная эволюция до тех пор, пока на сцене не появился человек с его биокомпьютером. Развитие общества в качественной форме повторило развитие жизни (рис. 20, б). Вяло протекавшая в каменном веке история перешла в верхнем палеолите и особенно в неолите в состояние бурного развития (неолитическая революция). Ускорение по сравнению с предыдущим временем, как и в кембрийском периоде) достигло двух порядков. Затем энергия изобретателей поубавилась, а в период 2000-1000 лет назад намечился серьезный спад в творческой активности людей, сильно напоминающей спад биологического формообразования в неогене. Последовавшая в конце второго тысячелетия нашей эры научно-техническая революция вновь подняла энтузиазм творчески настроенных личностей до невиданной ранее высоты. Аналогия наводит на мысль: не означает ли этот взрыв активности, как и четвертичное ускорение в живой природе, что мы стоим у порога нового эволюционного кризиса, знаменующего возникновение еще одной ветви эволюции, подобной ветви социальной?

К сожалению, мы почти ничего не знаем о раннем этапе развития жизни на Земле. Однако аналогия, обращенная в прошлое, позволяет предполагать, что "кембрийская революция" была не только началом экстенсивной фазы распространения живого вещества в океанах, а затем и на суше. Вероятно, в это время была завершена предыдущая стадия, скорее всего, столь же богатая событиями, но на порядок более длительная. Можно думать, что содержанием докембрийской истории жизни была эволюция живой клетки, одноклеточных организмов. Пока не был испытан, отобран и отлажен совершенный механизм функционирования клеток, не могла стартовать эволюция многоклеточных живых существ. Точно так же, пока не была завершена, в некотором смысле, фанерозойская история биогеоценозов, у человечества не было шансов начать следующий этап развития.

Неравномерный, импульсный характер развития жизни на земле, как и развития человеческой культуры, позволяет предполагать, что оба явления относятся к классу систем, изучаемых синергетикой (Курдюмов и др., 1989; Князева, Курдюмов, 1992). Для сложных эволюционирующих систем разной природы оказывается типичным после длительного спокойного периода развития переход к режиму с обострением. Он характеризуется коротким взрывным ростом ведущих параметров системы по степенному закону с последующим неизбежным спадом. Волна обострения нередко осложняется колебаниями второго порядка. Вполне возможно, что всплески формообразования живых организмов в венде-кембрии, силуре, перми, олигоцене и четвертичном периоде могут изучаться как фазы обострения эволюционного процесса. Так же как верхнепалеолитическая, неолитическая, бронзовая, античная и новейшая (научно-техническая) революция человеческой истории.

ЯН-ИНЬ-ЭВОЛЮЦИЯ

В предыдущих разделах не было отмечено еще одно, возможно, самое главное различие между процессами развития биологических и социальных компонентов геосферы. Отличие в том, что исторический процесс незаметно разделил две относительно независимые цепочки событий. Одна из них - это прогресс в области материальной культуры, вторая - прогресс культуры духовной. Непосредственные участники исторического действия отметили момент расщепления появлением ритуальных танцев, погребальных обрядов, украшений в жилище и на одежде человека, настенной живописью. Вероятно, тогда же, в конце палеолита, возникли мифы и предания. Но важность случившегося была осознано историками, возможно, еще не до конца, лишь много позже.

Биологическая эволюция, в целом, не знала такого раздвоения, хотя некоторую аналогию, пожалуй, можно обнаружить. С появлением высших отрядов позвоночных все большую роль в естественном отборе начала играть способность животных получать знания не наследственным путем в форме безусловных рефлексов, а путем обучения. Хищники перенимают опыт охоты у родителей, некоторые птицы так же обучаются у родителей искусству пения, приматы узнают правила поведения в стае. Негенетические методы наследования проходили период латентного развития, и лишь для человека разумного они стали основными.

Уникальное исследование взаимодействия материального и духовного начал в человеческой культуре было предпринято известным американским социологом Питиримом Сорокиным (Sorokin, 1939-1941). Его методика, компактно изложенная Ф. Коуэлом (Cowell, 1979), заключалась в следующем. С помощью группы сотрудников им были выписаны из Британской энциклопедии все сколько-нибудь выдающиеся деятели культуры Ближнего Востока и Европы за последние три тысячи лет. Их деятельность относилась к пяти главным, по П. Сорокину, системам культуры: языку, науке, религии, изящным искусствам и этике, а также к политике, бизнесу, философии, юриспруденции. Каждый деятель был отнесен к одному из трех ментальных типов: мыслительных, или идеациональных, личностей (ideation), рационалистов (sensate) и личностей гармоничных (idealistic). Первые олицетворяют духовное начало в обществе. Это люди, преданные отвлеченной идее, неважно, гражданского или духовного содержания, иногда фанатики, аскеты, идеалисты. Ко второй группе отнесены

личности противоположного склада: реалисты, доверяющие лишь собственным органам чувств, занимающиеся лишь конкретными делами, нередко материалисты и циники. Гармоничники сочетают в себе приблизительно в равной пропорции качества первых и вторых. Сорокинское деление людей на три типа ментальности в целом совпадает с пассионариями, субпассионариями и гармоничниками Л.Н. Гумилева (1990а, см. также гл. V). Всем персонам П. Сорокин приписал социальный "вес", грубо определенный по числу посвященных им строк в энциклопедии. Для каждого пятидесятилетия, начиная с 950 г. до н.э. и кончая 1949 г. н.э., были подсчитаны средние геометрические по каждому типу деятелей. На графиках представлена динамика этих показателей (рис. 21).

Кривые на рис. 21, а иллюстрируют мысль П. Сорокина о том, что в больших исторических ритмах активность деятелей в значительной степени скоррелирована, хотя полной зависимости и не наблюдается. За изученное время египетско-европейская культура продемонстрировала одну большую волну активности, законченный цикл развития, и второй незавершенный цикл. Начало первой волны по графику можно отнести примерно к 600 г. до н.э. Подъем продолжался около 200 лет, затем 800 лет сохранялось высокое напряжение, правда, с двумя заметными спадами по дороге, и на протяжении 400-600 гг. нашей эры все три кривые резко поехали вниз. Античная культура исчерпала свой ресурс и уступила место средневековой обскурации (Гумилев, 1990б, 1993). Длительность античного цикла по Л.Н. Гумилеву совпала с первой волной, выявленной методом П. Сорокина. Еще 200 лет потребовалось для того, чтобы собраться с силами и начать новый подъем. Особенно он усилился в начале Ренессанса (XIV в.) и не закончился до сих пор. Однако именно на наши дни или, скорее, на наши столетия приходится окончание следующего 1200-летнего цикла этногенеза, сформулированного Л.Н. Гумилевым. Возможно, мы стоим на пороге нового кризиса Европейского этноса (или суперэтноса?), на чем темпераментно настаивал О. Шпенглер (1993).

При изучении графика, отражающего соотношение в процентах деятелей, относящихся к трем ментальным группам (рис. 21, б), обнаруживается иная закономерность. Удельный вес в обществе личностей разных типов периодически меняется. В периоды застоя, инерции и в начале пассионарного подъема (по Гумилеву, 1990а) на первый план выходят деятели мыслительного склада. Их преобладание отмечается в VIII-V вв. до н.э. и в VII—IX вв. н.э. Фаза скрытой подготовки пассионарного толчка и сама вспышка осуществляются руками приверженцев благородных общественных идей, готовых ради них пожертвовать самой жизнью. В дальнейшем эта категория личностей оттесняется гармоничниками и рационалистами на вторые роли, а сами эти группы попеременно захватывают лидерство, следуя скорее реальностям не больших циклов этногенеза, а более мелким ритмам. Можно выделить еще два или три уровня частот в этих колебаниях. В больших циклах укладывается 4-6 смен второго порядка, 10-13 смен третьего и 13-22 смены четвертого порядка (см. рис. 21, б). В XIX в. кривые обрываются на преобладании реалистически настроенных членов общества при ничтожной (менее 10%) роли мыслителей.

Теперь у нас есть возможность сопоставить ритмы пассионарности, выраженные в соотношении трех ментальных групп деятелей, с динамикой инноваций за тот же период для Египетско-Европейской цивилизации. Интенсивность возникновения новых таксонов в многообразии общественных явлений подчинена в целом тем же самым циклам первого порядка (ср. рис. 21, б и рис. 22). Новаторская активность после паузы начала подниматься в VIII в. до н.э. и снова упала до нуля, по нашей статистике, во II в. н.э., в период, когда кончился расцвет греко-римской культуры. В VII—VIII вв. возник небольшой подъем, но лишь с XIII столетия начался гиперболический взлет количества изобретений, открытий и идей, началось триумфальное шествие европейской культуры. Развитие шло не гладко, с подъемами и спадами. В более мелких ритмах такого соответствия между творческой деятельностью и типами ментальности не устанавливается. Следует повторить лишь, что в начале как первой, так и второй большой волны творчества (VIII, VI, V вв. до н.э. и VI-VIII вв. н.э.) первенство удерживали мыслители, тогда как основную работу по изобретательству и открытиям провели личности двух других типов.

Обнаруженная зависимость между господствующим типом ментальности и социальными инновациями, по-видимому, не случайна. Нетрудно представить себе, что разработка новых технических конструкций, новых теорий, успешные экспедиции, заканчивающиеся географическими открытиями, легче даются людям практического склада или тем, у кого мечта соединяется со способностью трезво оценивать последствия своих действий. Идеалисты-пассионарии выполняют в обществе другую функцию. В определенные периоды истории они поднимают духовный потенциал народа, одним из следствий чего становится взлет творческой активности реалистов.

Циклические изменения ментальности П. Сорокин объясняет вытеснением, подавлением одного типа личностей другим. Происходит как бы накопление усталости в обществе, где лидерствуют мечтатели или, наоборот, практицисты. "Усталость" принимает форму общественного недовольства, которое порождает сначала скрытое, а затем явное противодействие господствующему режиму, поднимает на поверхность диссидентов, еретиков. В природе всякого общественного устройства, образа мышления, системы ценностей заложено свойство инерции, способность воспроизводить себя, сопротивляясь изменениям. Лишь когда недовольство существующим превысит порог устойчивости социальной конструкции, происходит более или менее резкая смена системы на альтернативную. Системология изучает такие автоколебательные процессы как результат отрицательной обратной связи с инерционным элементом в контуре связи. Здесь действует именно этот механизм. Резкость смен одного типа ментальности другим подчеркивается нелинейной положительной обратной связью, самоусилением. Корни этого феномена следует искать, по-видимому, в массовой психологии,

в возбудимости толпы. Благодаря способности людей "загораться" идеей, переход от стадии инерции или обскурации (Гумилев, 1990а) к пассионарности выглядит как "толчок", взрыв, вспышка. Потеря интереса к политическим, экономическим, техническим проектам может происходить почти так же быстро, в чем убеждают многочисленные примеры российской действительности, особенно времени перестройки. Таким образом, приведенные материалы позволяют подтвердить ту мысль, что развитие материальной и духовной культурных ветвей в истории человечества достаточно тесно связано. Строже обосновывается старая истина, что, например, без изобретения книгопечатания не могла бы полноценно развиваться литература, а без термодинамической теории мы не пользовались бы автомобилями. Две линии развития взаимодействуют по принципу обратной связи: то тормозя, то ускоряя друг друга. Однако здесь нет полной симметрии. Как мы видели, более сильное регулирующее воздействие идет со стороны духовной культуры, которая имеет свой механизм "раскачки", автоколебаний, в форме взаимодействия ментальных типов людей. Колебательный механизм материальной культуры, выражающийся в чередовании фаз интенсивного изобретательства (технологических ароморфозов) и распространения изобретений (технологических идиоадаптаций), не обладает такой динамичностью. Механизм резонансной подстройки заставляет синхронизироваться ритмы духовной и материальной жизни людей. При наличии обратных взаимодействий идеальное, духовное начало, вопреки К. Марксу, все-таки имеет больше оснований считаться ведущим.

Чередование фаз исторических периодов, когда преобладает то духовное, то материальное направление в деятельности общества, отвечает представлениям восточной философии о взаимодействии двух фундаментальных начал: ян и инь (Тойнби, 1991). Первое - мужское, активное, революционное начало, второе - женское инертное, консервативное. Они неразрывно связаны как две дополнительные величины, они оба необходимы для эволюционного развития, но при этом колебания по большей части возникают как раз в плоскости перехода от ускоряющего, преимущественно духовного, развития к тормозящему, в большей степени материальному развитию. Создание людьми материальных ценностей, городов, технических устройств, государственных и общественных структур задает жесткие рамки, ограничения для деятельности, так же как анатомия растений и животных определяет возможности их функционирования или как устройство компьютера определяет возможности программирования. Это инь. Начало ян больше отвечает представлению об информационной, программной начинке компьютеров и государственных структур и обеспечении функционирования общества, организма, механизма, согласно этим программам. Таким образом, переход от ян к инь и обратно составляет существо процессов смены программ развития, нередко воспринимаемых нами как кризисы в природе и в обществе.

РЕЗЮМЕ

Сопоставление хода биологической и социальной эволюции позволяет сделать следующие выводы.

1. Процессы развития жизни на Земле и развития человеческого общества имеют много общего. Сходство заключается в идентичности элементарных процессов самоорганизации, состоящих из двух этапов: порождения разнообразия вариантов (мутаций) и отбора наиболее жизнеспособных из них. Критерий отбора в обоих случаях один и тот же: способность новых форм (живых организмов, технических устройств и др.) адаптироваться к существующей в данный момент среде. Как в социальной, так и в биологической эволюции наблюдается чередование фаз ускоренного развития, ароморфозов, и фаз экстенсивного распространения новшеств, идиоадаптаций.
2. Этапу ароморфоза предшествует скрытый, латентный, период формирования будущих биологических таксонов или социальных новшеств. В это время сопротивление окружающей среды создает барьер, который новые формы не в силах преодолеть. Барьер снижается в периоды нестабильного состояния среды (война, резкое изменение климата).
3. В период латентного развития происходит накопление потенциала изменчивости в "банках мутаций". Чем длительнее задержка очередного ароморфоза, тем больше накапливается изменений, тем больше вероятность сильных отличий появившихся форм от их предшественников. Таким образом, величина сопротивления среды нововведениям определяет ранг, такой вновь возникших биологических или социальных форм. Одной из форм социальных "банков мутаций" служат патентные бюро. Аналогичные накопители биологической информации лишь предполагаются.
4. Относительная независимость частоты мутаций в биологических и социальных явлениях играет роль маятника биологических и исторических "часов". Функцию часового "боя" выполняют периодически происходящие ароморфозы, кризисные преобразования.
5. Основным отличием эволюции социальной от эволюции биологической является то, что в первой мы знаем в лицо Творца, человека, тогда как во второй стараемся обойтись механическими объяснениями процесса. Введение Творца вносит некоторые изменения в механизмы эволюции: возникают ближние краткосрочные цели, информация передается по внешним, негенетическим каналам. Все это приводит к единственному существенному отличию социальной эволюции от биологической: резкому увеличению скорости.
6. Введение принципов систематики, аналогичных тем, что используются в биологии, в изучение разнообразия социальных явлений позволяет создать таксономию культуры. Это, в свою очередь, открывает дорогу для оценки величины ускорения эволюции в сопоставимых единицах. История общества протекает на 3—5 порядков быстрее истории живого вещества Земли.
7. Сравнение кривых изменения скоростей таксонообразования на протяжении геологической истории Земли и исторического времени обнаруживает поразительное качественное сходство графиков. В обоих случаях

медленное начальное развитие резко сменяется периодом бурного образования новых форм ("кембрийская революция", "неолитическая революция"). Последующий период подъемов и спадов заканчивается невиданным ранее ускорением. Объяснение отмеченной аналогии следует искать, по-видимому, в наличии механизмов нелинейной обратной связи в глобальных структурах живого вещества Земли и мирового сообщества людей. Как первое, так и второе проявляют при этом свойства достаточно жестко связанных внутри себя систем. Очевидно, следует признать сущес

Анатомия кризисов/ А.Д. Арманд, Д.И. Люри, В.В. Жерихин и др. - М.: Наука, 1999. - 238 с.

Глава VII. КОНДРАТЬЕВСКИЕ ЦИКЛЫ В ЭКОНОМИКЕ

"Перед всяким кризисом непременно бывает бум"

Дж. Сорос

Продолжая усложнение систем, в истории которых находят себе место кризисные явления, мы в этой главе рассматриваем уже не человеческое общество вообще в любых фазах его развития, а систему сложившейся рыночной экономики. Одновременно наше исследование как бы повышает разрешающую способность применяемой оптики. Рассматривается с большей детальностью более узкий круг явлений. Чтобы не увязнуть в многомерности и многосвязности иерархической экономической структуры, анализируется одна из подсистем избранного нами объекта - технология. Трудями ряда ученых, в первую очередь отечественного экономиста Н.Д. Кондратьева, выявлены закономерности эволюции технологий в нашу эпоху научно-технических революций. Пока нельзя сказать, что в этой динамике ясны все особенности процесса до последних мелочей. Однако даже при современном уровне знаний теория так называемых "длинных волн" позволяет раскрыть механизмы, приводящие к смене технологий, то есть программ, определяющих важные стороны эволюции социума. Здесь становятся более очевидными факторы, ответственные за развитие общества, организованного по системе рыночной экономики: силы, стабилизирующие производство и, наоборот, раскачивающие его, подобно маятнику, усилители процессов экономических подъемов и спадов. Исследование позволяет проследить смену фаз в развитии кризисных переходов. В итоге создается картина движения, в котором сопрягаются, складываются тенденции направленного восходящего и циклического, возвратного, развития. На выходе мы получаем классическую эволюционную спираль с закономерно вписанными в нее кризисными этапами. Исторический процесс носит не просто спиралевидно-волнообразный, но полициклический характер. Длинные волны в технико-экономическом развитии, часто называемые большими (полувековыми) циклами Кондратьева, - лишь одно из проявлений исторической ритмики, так как реально во времени и пространстве имеет место интерференция циклов разной длительности.

"ДЛИННЫЕ ВОЛНЫ"

Теория длинных волн (Кондратьевских циклов) акцентирует внимание на изучении лишь одного типа циклической динамики — долгосрочных квазипериодических колебаний социально-экономического и научно-технического развития. Наряду с Кондратьевскими экономистам хорошо известны конъюнктурные циклы меньшей продолжительности, носящие имена ученых XIX-XX вв., впервые их зафиксировавших или внесших решающий вклад в их эмпирическое исследование. Среди них краткосрочные - 3—4 года - циклы Китчина ("циклы запасов"), возникающие вследствие неизбежной при рыночном хозяйстве неравномерности инвестиций в сырье, материалы и товарный капитал. Известны среднесрочные - 7-11 лет - торгово-промышленные циклы Жугляра и так называемые интерциклы Лабруса, соответствующие полутора циклам Жугляра. Сюда же могут быть отнесены и четвертьвековые - 20-25 лет - "строительные циклы" Саймона Кузнеца, связанные с периодическим обновлением жилищ и некоторых типов производственных объектов. С другой стороны, Р. Камероном были обоснованы, а впоследствии Г. Эмбером, Ф. Броделем и другими экономистами и историками исследованы еще более длительные волны экономической конъюнктуры, укладывающиеся в периоды 150-300 лет. Такие сверхдолгие циклы, динамика которых описывается Р. Камероном с помощью логистической кривой, известны под названием вековых трендов.

Большие (полувековые) циклы в экономике по праву носят имя Николая Дмитриевича Кондратьева, хотя не он был их первооткрывателем. Еще в середине XIX в. английским экономистом Хайдом Кларком была высказана догадка о существовании полувекового цикла мировой экономической конъюнктуры (Van Duijn, 1983). Х. Кларк не смог дать его теоретической интерпретации.

Первые серьезные попытки научного объяснения феномена длинных волн были сделаны в начале XX в. экономистами Я. ван Гелдереном и С. де Вольфом. Ван Гелдерен связал их с долгосрочными колебаниями спроса и предложения. Де Вольф объяснял длинные волны жизненным циклом основного капитала, вложенного в транспортную инфраструктуру и сооружения длительного пользования (заводы и др.). В числе предшественников Кондратьева обычно называют также А.И. Гельфанда, М.И. Туган-Барановского, А. Афталиона, В. Парето, М. Ленуара, Ж. Лескюра.

Н.Д. Кондратьеву принадлежит заслуга разработки первой целостной и системной истории полувековых циклов в экономическом развитии. Он исследовал внутренний механизм генезиса длинной волны, установив органичную "встроенность" в него ритмики технического прогресса (Кондратьев Н., 1993). Изучив статистические данные по динамике товарных цен, заработной платы, процента на капитал, государственных долговых бумаг, оборота внешней торговли, выборочных натуральных показателей промышленного

производства в Великобритании, Франции, США, Германии, а также в мировом капиталистическом хозяйстве почти за 140 лет, Н.Д. Кондратьев обосновал существование в исследованном временном интервале длинноволновых колебаний - трех больших циклов (включая последний, незавершенный на тот момент) продолжительностью от 47 до 60 лет, с периодическим чередованием восходящей и нисходящей фаз. Долговременными подъемами в мировом хозяйстве по Кондратьеву являются временные отрезки 1789-1814, 1849-1873 и 1896-1920 гг., а долговременными спадами - 1814-1849 и 1873-1896 гг. Новая нисходящая фаза наступила после завершения первой мировой войны.

Материальной основой волнообразных движений при капитализме Н.Д. Кондратьев считал чередование процессов нарушения и восстановления состояний экономического равновесия (Кондратьев, 1989). Отклонения от равновесного состояния между рыночным спросом и предложением определяют краткосрочные циклы, проявляющиеся в движении товарных запасов. Периодичность нарушения равновесия между запасом "основных капитальных благ" и главными факторами, определяющими технический способ производства, лежит, по мнению Кондратьева, в основе больших циклов конъюнктуры.

Долговременные колебательно-волнообразные движения свойственны, согласно концепции больших циклов, как научно-техническому прогрессу в целом, так и целой группе частных социально-экономических процессов - от накопления капитала до сдвигов в технологической структуре производства. Более того, периоды восходящего развития больших циклов, как правило, значительно богаче крупными социальными потрясениями в жизни общества (революции, войны), чем периоды спада (Кондратьев Н., 1993).

Н.Д. Кондратьев и его последователи подчеркивали, что в циклической динамике экономики и общества закономерности носят вероятностный характер. По одним показателям, а также странам, регионам большие циклы прослеживаются отчетливее, по другим - хуже. Многое в их анализе длинных волн зависит от выбранной системы индикаторов. На них накладываются глобальные исторические пульсации и тренды. Существует гипотеза, согласно которой Кондратьевские циклы хронологически "сжимаются" по мере ускорения научно-технического прогресса (Яковец, 1984, 1995).

Кризис - такой же неизбежный и необходимый элемент долгосрочного цикла, как и подъем. Методы государственного регулирования экономики могут ослабить выраженность кризисных фаз, но отнюдь не позволяют таковых избежать.

Гипотеза о существовании больших циклов была апробирована И. Шумпетером (Schumpeter, 1939; Шумпетер, 1982) на гигантском фактическом материале и получила иную теоретическую интерпретацию. Шумпетер видел причины больших циклов в предприимчивости деловых людей, их готовности к риску и инновациям. Он связал долговременные циклические колебания с периодическими нарушениями экономического равновесия вследствие "кластеризации" нововведений. Под "нововведениями" он понимал, наряду с внедрением технических изобретений, самые разные новации - от форм организации производства до изменений моды. Каков же механизм Кондратьевской волны?

АНАТОМИЯ ЦИКЛА

Научно-технический прогресс — процесс поступательный и в то же время циклический: революционные и эволюционные фазы сменяют друг друга. Неповторимость траектории развития сказывается, в частности, в том, что с каждой новой технологической революцией не только совершенствуется производство товаров и услуг, но и многократно увеличиваются число и масштабы инноваций.

Технологические революции представляют собой совокупность экономически и технологически взаимосвязанных нововведений, образующих новую технологическую систему (Freeman, 1987). Главные экономические последствия технологических революций - формирование новых секторов и отраслей хозяйства и параллельно - качественная трансформация старых, давно сложившихся.

Из всех изученных типов экономических циклов длинные волны в максимальной степени сопряжены с периодическим обновлением технологической структуры хозяйства. Н.Д. Кондратьев ввел фактор научно-технического прогресса в циклическую модель в качестве ключевого. Но он не автономен, по мнению автора, от воспроизводственного процесса. Обновление "основных капитальных благ" происходит не равномерно и плавно, а скачкообразно. Важнейшая причина этого - прогресс науки и техники. Кондратьев четко разграничивает изобретения как таковые и их внедрение.

Неравномерность технического прогресса он связывает с логикой экономического развития. Крупные технические изобретения чаще зарождаются до восходящей фазы длинной волны, то есть главным образом во время нисходящей фазы, однако востребуются хозяйственной практикой преимущественно на подъеме следующей волны конъюнктуры. Продолжительность длинной волны задается своеобразным техническим императивом: возможности каждого типа, поколения, направления техники ограничены, в том числе и во времени (Меньшиков, Клименко, 1989).

Выделяются также общетехнические революции (Piatier, 1983), которые задают в технико-экономическом развитии ритмы, значительно более продолжительные, чем 40- и 50-летние, Кондратьевские. Менее долгосрочные технические циклы - частичные технические революции - определяются массовым обновлением техники, активной части основных фондов (Яковец, 1984).

Не менее очевидна, чем в технике, цикличность и в развитии науки. Американский историк и философ Т.С. Кун представил научный прогресс как чередование этапов борьбы научных сообществ. Он разграничил фазы "нормальной науки" - периоды господства определенной парадигмы - и "научной революции", когда интенсивно идет конкуренция альтернативных парадигм (Кун, 1977). Процесс научного познания периодически то

подавляет, то стимулирует самого себя. Кризисы в этой концепции - необходимое звено в самоорганизации науки.

До начала современной эпохи циклы в развитии науки были связаны с экономическим развитием слабо. Но в XX в. положение существенно изменилось. Асинхронность развития науки и техники уменьшилась, усилилась их интеграция.

Превращение научно-технических идей в фактор экономики проходит ряд ступеней, или фаз, в рамках Кондратьевского цикла. Согласно модели И. Шумпетера, цикл состоит из четырех фаз: 1) процветания, 2) рецессии, 3) депрессии и 4) оживления (возрождения). Точки перегиба, смены восхождения на спуск и наоборот соответствуют средней части фаз процветания и депрессии.

В нашей модели присутствует пять фаз (рис. 23, д-а). Цикл начинается (1-я фаза), когда возникают первые "сегменты" новой технологической структуры, новшества внедряются на ограниченном числе предприятий некоторых отраслей. Затем (2-я фаза) происходит диффузия новой техники и технологии по отраслям и в пространственном отношении. Далее следует 3-я фаза укоренения и повсеместного утверждения новинок. Восходящая фаза длинной волны - это период интенсивных структурных сдвигов в хозяйстве, созидании нового "базиса" производительных сил. Длинноволновый подъем происходит тогда, когда внедрение новой техники делает возможным увеличение нормы прибыли. При этом сделанные в начале восходящей фазы крупные инвестиции требуют известного промежутка времени, лага, для того, чтобы совокупный капитал окупился. По мере того как революционные формы технического прогресса все более уступают место эволюционным (4-я фаза), интенсивный путь развития экономики постепенно замещается экстенсивным. Здесь экономика достигает верхней точки подъема, когда производственный базис вполне сложился, а адекватное ему техническое направление в основных чертах себя реализовало.

За верхней точкой начинается нисходящая (5-я) фаза длинной волны. Инерция сформированного в фазе подъема технологического уклада экономики не может быть длительной, и потенциал экстенсивного роста, все более сковываемого устаревающей техникой и господствующими организационными формами, быстро исчерпывается. Инвестиционная активность падает, базовые отрасли начинают переживать застой. Но именно в этот период складывающаяся неблагоприятная экономическая конъюнктура делает необходимым поиск принципиально новых технологических решений.

В точках перегиба описываемая система меняет знак обратной связи. На протяжении примерно половины длинного цикла внедрение новых технологий и экономический рост взаимно усиливают друг друга. Затем положительная обратная связь сменяется отрицательной, экономическая конъюнктура начинает подавлять внедрение новых технологий. После прохождения следующей точки перегиба знак обратной связи опять меняется и т.д. Благодаря такому механизму технико-экономическая система функционирует как автоколебательная и осуществляется переход от одного Кондратьевского цикла к следующему.

Вслед за прогрессом науки технологические изменения прямо или косвенно отображаются в траектории экономического развития. С другой стороны, развитие самой техники подчиняется экономическим закономерностям. В условиях длительного экономического подъема высокая норма прибыли мало способствует внедрению технических нововведений, так как это связано с большим риском. В условиях же экономического спада, по мере падения общей нормы прибыли, накопления и относительного удешевления инвестированного капитала, а также морального износа старой техники, вложения в принципиально новые технологии становятся, несмотря на риск, экономически все более оправданными и перспективными. Этот механизм взаимодействия экономики и технологии и определяет в основном смену фаз их взаимного стимулирования и торможения, определяет возникновение автоколебательного режима развития.

При возникновении первых сегментов новой технологической структуры происходит внедрение новшеств на ограниченном количестве предприятий некоторых отраслей. В фазе интенсивного подъема новая техника и технология экстенсивно распространяются, захватывая новые отрасли хозяйства и новые территории.

Процветание экономики отмечено повсеместным утверждением новых технологий. Смены определяют в первую очередь отрасли-лидеры, затем их влияние распространяется на второстепенные отрасли.

Специфический механизм взаимодействия техники и экономики существенно отличает Кондратьевский цикл от классического, среднесрочного. При внешнем сходстве у них разная "анатомия". Перенакопление капитала в фазах подъема и его обесценение в фазах снижения характерны и для длинной волны, и для среднесрочного цикла. Однако чередование интенсивного и экстенсивного типов экономического развития, связанное с ритмикой научно-технического прогресса, с периодической сменой его революционных и эволюционных фаз, происходит при разворачивании лишь длинной волны.

Н.Д. Кондратьев установил, что в фазе спада длинной волны "классические" циклические кризисы глубже и продолжительнее, чем в фазе подъема, а темпы выхода из депрессии ниже. В начальной фазе Кондратьевского цикла все происходит наоборот. По времени структурный кризис может охватить два, а то и три циклических кризиса перепроизводства. В отличие от циклического среднесрочного спада, выход из которого не требует качественных изменений в производственно-отраслевой и организационной структуре хозяйства, длиноволновая стагнация - это необходимый этап, на котором происходит отмирание прежнего экономико-технологического базиса, закладывается фундамент кардинальных сдвигов во всей системе производительных сил.

Вторым ключевым элементом в разворачивании Кондратьевского цикла, инициирующим очередную длинную волну, является структурный кризис экономики. Структурный кризис - закономерное следствие периодически

обостряющегося конфликта между устаревающей, консервативной производственной структурой и объективными запросами ее технологического обновления, которое не может быть реализовано при старой организации. В полувековых колебаниях хозяйственной конъюнктуры нижняя поворотная точка соответствует состоянию апогея структурного кризиса (Долговременные тенденции..., 1985). Главной отличительной чертой структурного кризиса служит длительная стагнация ранее сложившихся так называемых традиционных отраслей, доставшихся в наследство от прошлых технико-экономических эпох и преимущественно уже исчерпавших потенциал интенсивного роста.

Момент наибольшего удаления от равновесия в структурном длинноволновом кризисе соответствует состоянию максимума энтропии. По принципу функционирования диссипативных структур (Пригожий, Стенгерс, 1994), дальнейший переход в самоорганизующейся системе от предельного состояния хаоса к максимальной упорядоченности закономерен и естественен. Во время выхода экономики из кризиса в ее развитии доминирует антиэнтропийный процесс - движение к максимальной упорядоченности и стабильности.

Реальность XX в. не подтвердила пророчеств о грядущей полосе сплошных кризисов в капиталистической экономике. Она же развеяла и противоположные иллюзии - о возможности длительных периодов бескризисного развития. Методы государственного регулирования экономики, как оказалось, могут ослабить выраженность структурного кризиса, но не дают возможности его избежать. Кризис — такой же необходимый элемент автоколебательной системы, как и подъем длинных волн. Как писал в своей "Текстологии" А.А. Богданов, "кризис есть нарушение равновесия и в то же время процесс перехода к некоторому новому равновесию. Это последнее может рассматриваться как предел происходящих при кризисе изменений, или как предел тенденций" (Богданов, 1989. Кн. 2, с. 218).

КОНДРАТЬЕВСКИЕ ЦИКЛЫ В ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СУПЕРСИСТЕМЕ

Технические нововведения появляются, как правило, сериями, кластерами. Вследствие этого сдвиги в технологии, энергетике, ресурсной базе экономики, ее отраслевой, территориальной, организационной структуре приобретают также пульсационный, кластеризованный во времени характер.

Дальнейшее развитие идеи связи Кондратьевских циклов с экономической суперсистемой получили в 1980-1990-е годы в связи с новыми разработками отечественных экономистов. Под сильным влиянием теорий Г. Доси (Dosi, 1984а, б), К. Перес-Перес (Perez-Perez, 1984) и некоторых других распространенных в западной науке концепций длинных волн (А. Грублера, К. Маркетти, К. Фримена) С.Ю. Глазьевым и группой новосибирских ученых разработана теория так называемых технологических укладов в экономике (Глазьев, 1990; Длинные волны..., 1991 и др.). В отличие от западных ученых, в центре их внимания оказались не "парадигмы" - устойчивые схемы научной деятельности и практики, а сам материальный базис длинных волн (в традициях марксистской школы).

Технологические уклады - это большие группы технологически сопряженных производств (технологических совокупностей), связанных друг с другом однотипными технологическими цепями. В их рамках замыкается макроэкономический производственный цикл — от добычи первичных ресурсов до всех стадий их переработки и выпуска конечного продукта.

Внедрение большого количества радикальных нововведений создает объективные предпосылки для структурных, технологических, организационных преобразований во всей цепи взаимосвязанных производств. Отставание хотя бы в одном звене делает смену экономически неэффективной. Поэтому начавшееся в любом компоненте экономического уклада обновление или не будет иметь поддержки или должно вызвать лавину перестроек во всех остальных взаимосвязанных звеньях производственного цикла. В той степени, в какой связаны между собой отрасли производства и секторы экономики, этот обвальный процесс, очевидно, должен за короткий срок распространиться на всю структуру национальной и международной экономической системы. Параллельно происходят перестройки территориальной структуры хозяйства. К производственным связям добавляются конкурентные механизмы самоусиления, мультипликаторы, в результате чего достигается высокая степень синхронизации революционных преобразований. Обновленная технологическая и организационная база обеспечивает интенсивный экономический рост, особенно в начале восходящей фазы длинной волны. Новый технологический уклад формируется в условиях доминирования старого уклада, т.е. еще в период предыдущего длинного цикла. Первая пульсация -зарождение - встречает условия неадекватного окружения. Лишь вторая, большая пульсация проявляет себя в повсеместном распространении и ускоренном росте новой системы. Впрочем, и при переходе к новой Кондратьевской волне мгновенной гибели господствующего технологического уклада не происходит.

Отсчет периодизации Кондратьевских циклов обычно начинают с так называемой Великой промышленной революции в Англии, начавшейся в последней трети XVIII в. На рубеже XVIII-XIX вв. она затронула ряд других высокоразвитых стран. Ф. Бродель (1992) связывает зарождение длинных волн с генезисом капитализма и дает их периодизацию начиная с XV в. Существование больших циклов в конъюнктурных пульсациях капиталистической экономики на преиндустриальной (домашинной, дофабричной) ступени ее развития у него не вызывает сомнений. Существенно сложнее вопрос, в какой степени для доиндустриальных эпох можно рассматривать технический прогресс в качестве элемента эндогенного, органически присущего большому циклу, а значит, и говорить о единой природе длинноволновой динамики тогда и теперь.

В последнее время появились работы, авторы которых фиксируют и пытаются объяснить феномен длинных волн конъюнктуры в рыночном хозяйстве задолго до появления капитализма. Так, Дж. Модельски и У. Томпсон насчитывают двадцать больших циклов более чем за одиннадцать веков, датируя первую волну примерно

рубежом первого и второго тысячелетий после Р.Х. в Китае (около 930 г.). Инновационные волны в технике и организации производства могут быть прослежены и раньше, в неолите и даже в палеолите, но колебания, близкие по типу к Кондратьевским циклам, следует, очевидно, относить лишь к развитым стадиям рыночной экономики.

Начало последней волны, продляющейся предположительно до второй четверти XXI в., Модельски и Томпсон (1992) связывают с мировым энергетическим и структурным кризисом 1973-1975 гг.

В централизованной, командно-административной экономике, в которой слабо выражены рыночные регуляторы, тоже есть предпосылки для долговременных пульсаций, но в "усеченном" спектре. Они охватывают не весь процесс общественного воспроизводства, а главным образом взаимосвязь технического и научно-технического прогресса с его экономическими результатами.

Наиболее всесторонне и глубоко исследованы длинноволновые колебания в капиталистической экономике индустриальной эры. Однако и здесь в научном сообществе существуют большие расхождения в подходах и интерпретациях. В частности, это касается датировки Кондратьевских циклов (Van Duijn, 1983). Вместе с тем амплитуда разногласий в датировках (в зависимости от использованных критериев) в большинстве случаев не превышает 10—15 лет.

Существеннее разногласия содержательные. Таков, к примеру, вопрос "привязки" той или иной длинной волны к макроциклу, начинающемуся с технологической революции. На западе, а затем и в нашей стране большое распространение получила концепция трех "общетехнических революций" индустриальной эры, а также производная от нее концепция трех промышленных революций (Анчишкин, 1989 и др.). Согласно этой точке зрения, первый и второй Кондратьевские циклы индустриальной эры - это порождение Первой общетехнической революции, третий и четвертый циклы относятся, соответственно, ко Второй революции, а пятый - к Третьей революции, отождествляемой обычно с современной научно-технической революцией. Далеко не все исследователи согласны, однако, с такой точкой зрения. Многие из них не видят прямого соответствия между макроциклами общетехнических революций и Кондратьевскими циклами.

РЕЗЮМЕ

1. Кризисы, связанные со сменой технологий, сопровождают всю историю человечества и могут рассматриваться как общецивилизационная закономерность. В эпоху индустриально-фабричного производства технологические революции прочно связываются с жесткими условиями рыночной экономики.

2. Подобно биологической эволюции, развитие технико-экономических систем происходит в режиме чередования фаз и начинается с интенсивного порождения новых программ, с фаз кризисных, ароморфозов. Далее они сменяются длительными экстенсивными фазами, идиоадаптациями, когда осуществляется распространение нововведений по географическому пространству, по технологическим цепочкам, по отраслям экономики. Осуществляется приспособление новых технологий к местным условиям, требованиям, конкурентное вытеснение устаревших программ.

3. В эпоху рыночной экономики указанные выше пульсации усиливаются механизмом типа электромагнитного прерывателя, возникающего автоматически в результате взаимодействия науки, производной от нее технологии и экономической системы производства и сбыта. Схема связей выглядит следующим образом:

Наука > Технология > Экономика

Особенность схемы в том, что обратная связь меняет знак в зависимости от того, какую фазу цикла проходит система. В фазе спада конъюнктура диктует необходимость поиска новых эффективных технологий, средства направляются на стимулирование научных разработок и изобретательства (+). Когда экономика на подъеме, она тормозит научно-технический прогресс, отказываясь финансировать исследования, которые не обещают быстрой отдачи (-).

4. По мере развития рыночных отношений указанный механизм, по-видимому, должен действовать все более жестко и все более строго синхронизировать ритмы в развитии науки, техники, в обновлении технологий, потреблении ресурсов, организации производства и движении капитала. Все это, очевидно, не может не отозваться и на ритмике ряда социальных явлений. Происходит кластеризация: отдельные нововведения, созданные учеными и изобретателями в разное время, реализуются в производстве более или менее синхронно. Впрочем, крупные капиталистические фирмы и государственные экономические институты все больше используют возможность ставить далекие цели, поддерживая долгосрочные программы и фундаментальные научные исследования для того, чтобы в нужный момент пустить их в дело и получить выигранный по сравнению с конкурентами.

Отмирание старых технологий происходит не сразу. Их реликты подвергаются разложению и исчезают постепенно, в течение десятилетий.

5. Длительность циклов определяется двумя параметрами. С одной стороны, длинная волна не может быть короче, чем время окупаемости совокупного капитала, вложенного в новые технологические цепочки. С другой стороны, техника обладает свойством изнашиваться в физическом отношении, а еще до этого обычно наступает точка морального износа. Срок службы технологического комплекса определяет верхний предел его эксплуатации и соответственно максимальную протяженность Кондратьевского цикла. В конце второго тысячелетия нашей эры эта вилка между инерционным лагом экономики и динамичным ресурсом технологии диктует примерно полувековой промежуток между последовательными сменами.

6. Если зарождение кризиса определяется физическим и моральным устареванием техники, то выход из него подготавливается заранее фактором, имеющим идеальную природу. Научные открытия, идеи могут возникнуть

как угодно давно, но если во второй половине предшествующего цикла они оказываются доведенными до состояния технологических разработок, то вовремя кризиса имеют шанс получить массовое признание, применение в практике и послужить восстановлению экономического равновесия. Здесь очевидна аналогия с общественно значимыми идеями, способными организовать массы в период пассионарного толчка, открывающего новый цикл этногенеза.

7. Можно предположить, что моменты смены технологий в Кондратьевских циклах представляют собой узловые точки, в которых происходит не только синхронизация внедрения технологически связанных нововведений, но и взаимная "увязка" ритмов, типичных для разных уровней иерархии системы. По крайней мере две иерархические конструкции вынуждены подстраивать свои колебания к Кондратьевскому "метроному". Во-первых, ряд более коротких циклов, включая, например, кризисы в системе производство-сбыт и, возможно, более длинные циклы научно-технических революций, оказываются по длительности кратными циклам Кондратьева. Во-вторых, синхронизация происходит в иерархии производств внутри каждого технологического уклада. Можно предполагать (Аршинов, Буданов, 1994), что взаимосвязь систем разного иерархического уровня осуществляется посредством резонансного взаимодействия, подобно маятниковым часам, стоящим на одной полке. В моменты кризисов, нарушения сложившегося порядка, частичной хаотизации технико-экономической, экономической, административно-управленческой, отраслевой систем последние становятся наиболее восприимчивыми к импульсам, приходящим с других уровней иерархии. В этом отношении кризисы играют роль механизма, повышающего взаимную увязку, гармонизацию частот в иерархических структурах.

На еще более высоком уровне экономика в моменты технологических и организационных смен приводит себя в соответствие с потребительскими запросами общества, с социальной суперсистемой. Производство и потребление взаимно подстегивают друг друга, образуя совместно диссипативную структуру. В этом тандеме партнеры по очереди обгоняют один другого. Для восстановления баланса оказываются необходимыми периодически повторяющиеся кризисы.

Анатомия кризисов/ А.Д. Арманд, Д.И. Люри, В.В. Жерихин и др. - М.: Наука, 1999. - 238 с.

Глава VIII. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРИРОДЫ И ОБЩЕСТВА ПУТЬ К КРИЗИСУ

"Блага богов - это ветер, он надувает паруса, но и подымает бурю"

А. и Б. Стругацкие

Последовательное повышение уровня сложности систем, переживающих трансформацию в критические периоды развития, позволяет рассмотреть в настоящей главе комплекс, составленный из компонентов неживой природы, живого вещества планеты и человеческого общества. Человек "садится" на природу со своими устремлениями, ценностями, своими закономерностями развития. Для природы оказывается чуждой чрезмерная преобразовательная активность людей, направляемая свободной волей, активность, прорастающая на почве потребностей, нередко на почве жадности, лени, беспечности. Огромные технические мощности, освоенные человечеством, породили темпы эволюции, к которым природа готова приспособиться лишь в ограниченной степени. Поэтому в складывающейся у нас на глазах системе природа-общество роли разошлись. Общество выступает в роли коня, природа - привязанного за телегой флегматичного бычка. Конь тянет изо всех сил, бычок, не выдерживая аллюра, задыхается, упирается, как может, но вынужден трусить следом. Обоим тяжело, но развязать веревку не в их власти. В конце концов их взаимодействие должно привести к выработке скорости, приемлемой и для того и для другого. Если этого не случится, хозяин рискует получить в финале бездыханную тушу одного из животных или даже обоих.

Экологические конфликты между природой и обществом возникали во все исторические эпохи - от палеолитической до современной, на основе самых разных технологий природопользования, начиная с собирательства и кончая современной индустрией, практически в любых природных зонах Земли. Те из них, которые происходили на глазах наших близких предков, детально описаны и задокументированы статистикой. Это дает нам шанс глубже, чем при работе с каким-либо другим объектом, проникнуть в механизмы и силы, дирижирующие подготовкой кризисных ситуаций, реализацией и завершением различных сценариев экологических кризисов. Мы как бы увеличиваем разрешающую способность прибора, с помощью которого рассматриваем наш объект.

Кризисные эффекты во взаимодействии общества и природы включают не менее трех десятков самых разных процессов и явлений (Environmental..., 1987; Программа..., 1992; Проблемы.... 1993; Медоуз и др., 1994; Состояние..., 1994). В этой многофакторной системе можно разобраться лишь в том случае, если в бесчисленных причинно-следственных связях выбрать ключевое звено и на нем сделать главный акцент. В зависимости от выбора проблема экологического кризиса выступает в одном из трех аспектов. Ресурсный аспект включает в себя проблемы, связанные с истощением земель, полезных ископаемых, запасов древесины и дичи, загрязнением вод и воздуха и пр. Геоэкологический аспект объединяет проблемы антропогенного изменения состояния и функционирования природных компонентов, структуры геохимических циклов, термодинамических параметров геосферы, снижения устойчивости географических систем и т.п. В случае социально-экономического подхода мы сосредоточиваем внимание на социальных, демографических, экономических, технологических причинах и последствиях ухудшения окружающей среды. В настоящей главе

рассматривается лишь одна из многих возможных моделей экологического кризиса. В ее основу положено представление, что основным звеном, связующим природу и человека, экологию и экономику, является процесс ресурсопользования. Постановка во главу угла именно этого процесса позволяет рассмотреть с помощью одной модели все три аспекта экологического кризиса: ресурсный, геоэкологический (природный) и социально-экономический. Преимущественно ресурсной стороне проблемы посвящена настоящая, VIII, глава монографии. В ней анализируется "вирус" общественного недуга, приводящего к заболеванию, к кризисам. В следующей, IX, главе вводятся в действие социально-экономические факторы экологических кризисов. Попутно затрагиваются вопросы геоэкологического плана. Теоретический костяк, помещенный в сложные переплетения реальной жизни, обрастает плотью.

ТРИ СТУПЕНИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ

В основу предлагаемой концепции положена, с некоторыми изменениями, идея ресурсных циклов, выдвинутая И.В. Комаром (1975). Под ними здесь понимаются квазизамкнутые круговороты используемых человеком материалов по типу ресурс-отход-ресурс. В результате добычи и последующей эксплуатации все ресурсы рано или поздно превращаются в отходы, которые вновь полностью или частично восстанавливаются обратно в ресурсы посредством природных и антропогенных механизмов.

Дополняя классификацию Д.Л. Арманда (1962), мы можем выделить три типа ресурсов, различающихся возможностью их восстановления.

а. Природно-возобновимые ресурсы. После использования они восстанавливаются до исходного состояния с помощью природных механизмов. На их основе возник и развивался человек как биологический вид. Долгое время общество пользовалось практически только ими. И сейчас они составляют 98-99% от всей массы потребляемых людьми ресурсов (табл. 6). Это биомасса пищевая, биомасса непищевая (древесина, естественные волокна, каучук и др.), вода - для коммунальных нужд, орошения, охлаждения техники и как среда для разбавления загрязнений, воздух - для дыхания, разбавления промышленных выбросов и т.д. Регенерацию этих ресурсов обеспечивают известные биопродукционные, климатические и гидрологические процессы, включающие как собственно механизмы восстановления, так и транспортировку отходов от мест использования к ареалам восстановления, а ресурсов - в обратном направлении. Они функционируют и регулируются за счет бесплатной солнечной и гравитационной энергии. Однако производительность естественных механизмов имеет свой предел, ограничивающий количество ресурсов, которое может восстановить природа без посторонней помощи. Человек может вложить средства в их интенсификацию, но тогда право повторной эксплуатации даров природы уже не дается ему даром.

б. Антропогенно-возобновимые ресурсы, которые в принципе могут быть восстановлены из отходов для повторного использования, но естественные механизмы для этого отсутствуют (см. табл. 6). Это главным образом металлические полезные ископаемые (черные, цветные, редкие металлы) и неметаллические руды (строительные материалы, сера, калийные соли, фосфаты и др.). Регенерация отходов этих ресурсов может производиться только самим обществом за счет использования материалов и энергии, имеющихся в его распоряжении. При этом человек должен обеспечить не только работу самих процессов восстановления, но и сбор, концентрацию и транспортировку отходов.

в. Невозобновимые ресурсы, которые в принципе не могут быть восстановлены для повторного использования. Если исключить некоторое уникальное сырье (например, драгоценные камни, многие из которых можно рассматривать как штучные неповторимые произведения искусства), то это различные энергоресурсы, используемые обществом: углеводородные (нефть, газ, торф, сланцы) и неуглеводородные энергоносители (уран, плутоний и пр.). В сумме они не составляют 1% всех используемых ресурсов (см. табл. 6), но за счет их необратимой диссипации человек получает возможность интенсифицировать природные процессы возобновления и формировать антропогенные ресурсные круговороты. Как безвозвратное рассеяние неисчерпаемой (практически) солнечной и гравитационной энергии поддерживает функционирование естественных регенерационных механизмов, так необратимое разрушение ископаемых энергоресурсов позволяет обществу ускорять природные циклы ресурсов и создавать новые, искусственные.

Для функционирования ресурсных циклов требуются затраты на добычу и на возобновление природных материалов. Часть этих расходов берет на себя природа. Но со временем общество само начинает затрачивать материалы и энергию на возобновление ресурсов, с регенерацией которых не справляется природа. По соотношению расходов можно выделить три способа сменяющих друг друга взаимодействия общества и природы (рис. 24).

А. "Природа-мать". Ресурсы возобновляются только за счет природных механизмов. Общество тратит энергию лишь на добычу ресурсов и не несет никаких расходов на их восстановление.

Исторически это самый первый тип ресурсопользования, в чистом виде реализовавшийся в первобытную эпоху охоты и собирательства. Развитие животноводства начинается с отгонных технологий, когда кормовые ресурсы также восстанавливаются только за счет природных механизмов. Эта же схема до недавних пор доминировала в процессе индустриального воздуха- и водопотребления, при котором использование этих ресурсов не сопровождалось практически никакими затратами общества на их последующую очистку, т.е. восстановление.

Б. "Природа-соратник". Возобновление ресурсов идет за счет как естественных, так и антропогенных механизмов. Это дает возможность увеличивать количество используемых ресурсов и поддерживать интенсивность их круговорота на уровне, недоступном одной природе.

Начало этого этапа взаимодействия общества и природы связано с возникновением земледелия, когда первый

крестьянин вернул земле часть полученного осенью урожая для возобновления растительной популяции. Современная цивилизация реализует такую стратегию уже почти во всех видах своей ресурсной деятельности. Использование земледельческих ресурсов сопровождается ростом антропогенных затрат на возобновление возделываемой культуры (зерно на посев, защита растений и др.) и на повышение уровня ежегодного восстановления плодородия почв (удобрения, мелиорация и др.). Естественные пастбища с относительно низким уровнем восстановления фитомассы заменяются более продуктивными посевами кормовых культур. В этом же направлении развивается эксплуатация рыбных ресурсов, рыболовство заменяется рыбоводством. Та же тенденция реализуется при интенсификации использования ресурсов непищевой биомассы. Переход к выращиванию деревьев на плантациях позволяет повысить продуктивность лесных гектаров до 20 раз (Современное состояние..., 1983а,б). Доля звероводства в общем объеме пушных заготовок СССР возросла с 0,2% в 1930-х годах до 95% (Основы..., 1986).

С развитием технологий типа "природа-соратник" человек начал вкладывать собственные средства в восстановление физических свойств и химического состава воды и воздуха путем строительства очистных фильтрующих сооружений и создания замкнутых систем водо- и воздушнонабжения. Происходит увеличение использования вторичного сырья в общем объеме выпуска металлов, продуктов химического, целлюлозно-бумажного и стекольного производства.

Переход от стратегии "природа-мать" к стратегии "природа-соратник" ставит рост ресурсопользования в зависимость только от увеличения собственных затрат. Логическим продолжением развития этой тенденции можно считать переход к следующей стадии.

В. "Природа-экспонат". Возобновление ресурсов идет только за счет общества, оно полностью обеспечивает все части ресурсных циклов за счет необратимой диссипации невозобновимых энергоресурсов. Природа в этих условиях играет роль лишь "музейного экспоната".

Наиболее логичен этот путь для антропогенно-возобновимых ресурсов. Уже сейчас доля вторичных металлов в общем объеме их производства составляет 30-50% и более, постоянно увеличиваясь, а отходы редких металлов восстанавливаются практически полностью. Проблема создания искусственных круговоротов антропогенно-возобновимых ресурсов давно вышла из сферы фантастики (Рамад, 1981), и даже рассчитано, что вся сталь, необходимая США, может производиться из металллолома (Увеличение..., 1983).

Развитие циклов природно-возобновимых ресурсов также идет в направлении технологий "природа-экспонат". Так, увеличение использования каучука произошло вначале путем создания и расширения плантаций каучуконосов ("природа-соратник"), а затем, по мере дальнейшего повышения потребностей в нем - за счет искусственного получения этого продукта ("природа-экспонат"). Отметим, что ресурсные циклы - отнюдь не человеческое изобретение. Именно создание квазизамкнутых круговоротов различных веществ, функционирующих за счет невозобновимых источников энергии, позволило живой природе в течение миллионов лет эксплуатировать ограниченный запас минерального сырья, имеющийся в ее распоряжении. Как отмечал известный биолог М.М. Камшилов, циклы — это единственный способ превратить конечный объем в бесконечный.

ЭВОЛЮЦИЯ ЦИКЛОВ ОСНОВНЫХ РЕСУРСОВ

Эволюция циклов пищевых ресурсов началась с технологий охоты и собирательства ("природа-мать"). По существующим данным (Одум, 1975), собирательство обеспечивало в год от 0,4 до 20 кг/га продуктов питания в зависимости от возможности растительного покрова различных экосистем. С использованием данных о биомассе животных, которые могут быть объектом промысла в разных природных зонах (Дажо, 1975; Одум, 1975), продуктивность охоты оценивается в среднем в ОД-50 кг/га в год, в умеренном поясе - 1-10 кг/га, а в отдельных регионах, например в тропических саваннах Африки, эта величина достигала 250 кг/га. Таким образом, собирательство и охота были способны дать людям с продуктами питания (0,2-200)-10(3) ккал/га в год. Затраты на охоту и собирательство, по оценкам некоторых экологов (Pimentel et al., 1973), не превышали 10-20% той энергии, которую человек получал с собранной пищей. С этими цифрами согласуются историко-социологические данные о жизни древних и современных архаических сообществ, приведенные в обширной сводке (Архаическое общество..., 1991), членам которых для получения необходимого жизненного минимума средств к существованию достаточно затрачивать 3-4 часа труда малой интенсивности в день (Коротаяев, 1991). Переход к технологиям типа "природа-соратник" начался с возникновением подсечно-огневого и залежного земледелия. Часть полученной с питанием энергии человек стал тратить на сбор и сохранение семян, обработку земли и изготовление инвентаря, что позволило ему примерно на порядок увеличить объем получаемых ресурсов. Количество продуктов, снимаемых в год с 1 га, выросла с (0,2-100) *10(3) ккал при собирательстве до 1000*10(3) ккал при залежном зерновом земледелии в Черноземной полосе России (Люри, 1994), до 7000*10(3) ккал при подсечно-огневом земледелии, получаемых на выращивании кукурузы в Мексике (Пиментел, 1987), и до 10000*10(3) ккал на выращивании овощей по неолитической технологии в Новой Гвинее (Рамад, 1981). Доля вложений в восстановление ресурсов в общих затратах ресурсопользования увеличилась с 0 до 50-70%, а доля затрат на добычу снизилась со 100 до 50-30%.

При всем том рост объемов ресурсопользования был ограничен. Во-первых, природное восстановление плодородия почв происходит очень медленно и поэтому большая часть территории находилась не под посевом, а под залежью. Во-вторых, урожайность посевов лимитировалась естественным содержанием биогенных веществ в почве, которое, как бы долго участок ни "отдыхал", не могло превысить типичного для данного региона уровня.

Эти проблемы были принципиально решены при переходе к таким системам земледелия, при которых человек начинал вкладывать свои ресурсы в интенсификацию процессов восстановления плодородия почв. Конкретных технологий такого типа было довольно много. Так, на территории Европы доминировало трехпольное земледелие, при котором определенная доля ресурсов, получаемая с лугов и полей, перерабатывалась в животноводстве и вкладывалась в поля в виде органических удобрений. Вложения в восстановление сельскохозяйственных ресурсов, включающие зерно на посев, органические удобрения, работу людей и лошадей для выполнения посевных и мелиоративных мероприятий, выросли до 80% всех затрат ресурсопользования. Переход к трехпольной системе земледелия позволил увеличить долю посевов и общей площади используемых земель до 2/3 и снова снять естественный лимит урожайности, поставив ее в зависимость от количества вкладываемых удобрений. Теперь рост объемов ресурсопользования стал ограничиваться природной продуктивностью лугов, не позволяющей увеличить производство органических удобрений выше определенного уровня.

В других регионах мира, например, в Египте и Китае, для восстановления плодородия почв применялось ирригационное земледелие, при котором запас биогенных веществ пополнялся за счет речного ила (Кульпин, 1990). Однако рост объемов ресурсопользования ограничивался здесь естественным содержанием биогенных элементов в речном стоке.

Переход к современному агропромышленному земледелию ознаменовался еще большим увеличением вложений в восстановление агроресурсов. Важно, что средства на это перестали браться из сферы самого сельского хозяйства, а начали поступать в него извне в форме минеральных удобрений, средств защиты растений, горючего и электроэнергии. Доля регенерационных вложений превысила 80% от всех затрат земледелия, из которых примерно 60% приходится на восстановление плодородия почв и 40% на восстановление сельскохозяйственных культур. Все это позволило еще более увеличить объемы ресурсопользования. Например, вся площадь Черноземья России при 60%-ной распашке в период залежной системы хозяйства могла дать сельскохозяйственных продуктов питания $0,4 \cdot 10^{16}$ Дж (потенциальный уровень) в год, при трехпольном земледелии (1900 г.) — $15 \cdot 10^{16}$ Дж и при современном агропромышленном земледелии (1985 г.) — $107 \cdot 10^{16}$ Дж в год.

При развитии современных промышленных технологий увеличение объемов сельскохозяйственного ресурсопользования также достигается путем постоянного роста затрат на возобновление агроресурсов (рис. 25), причем вложения в восстановление почв обгоняют затраты на регенерацию популяций.

Современный агропромышленный способ земледелия все же подразумевает значительное участие природы в процессах регенерации агроресурсов. Человек чаще всего не вносит искусственно на поля воду, углекислоту, световую энергию, не контролирует тепловой режим, многие химические почвенные процессы и т.п.

Соответствующие возможности природы лимитируют объем воспроизводства агроресурсов и, следовательно, увеличение их сбора. Однако эти ограничения последовательно снимаются в орошаемом земледелии, в посевах на обогреваемом грунте и т.д. Наконец, в тепличном земледелии практически все потребности популяции и субстрата удовлетворяются за счет искусственно вносимых человеком материалов, что позволяет поддерживать производство и получение продукции на предельно высоком уровне.

Охота давала не более $100 \cdot 10^3$ ккал/га животных продуктов питания. Переход к самому примитивному отгонному животноводству повысил эту величину до $(4000-8000) \cdot 10^3$ ккал/га (Бертонкс, Радд, 1980), хотя и потребовал от человека тратить практически половину этого количества на уход и содержание животных.

Пастбищные технологии, подразумевающие также вложения в повышение продуктивности лугов, увеличили объем ресурсопользования до $15000 \cdot 10^3$ ккал/га. Новейшие откормочные технологии, при которых человек искусственно выращивает необходимые корма, позволяют получить до $25000 \cdot 10^3$ ккал/га и более продуктов животноводства.

Использование рыбных пищевых ресурсов проходит такую же эволюцию. К 1990 г. доля продуктов рыбозаведения составила 13,7% всего объема потребляемой пресноводной и морской рыбной продукции (World Resources, 1992) и продолжает расти.

Аналогичное положение в лесном хозяйстве. Сейчас в мире ежегодное искусственное лесовосстановление производится на территории более 11 млн. га, что составляет около 0,37% всей площади лесов планеты (World Resources, 1992). В Северной Америке, Европе, бывшем СССР это соотношение еще больше: 0,5-0,8%. При не меньшей заготовительной нагрузке это обеспечивает стабильность и даже увеличение площади лесов.

Повышение ежегодных лесопосадок медленнее всего происходит в группе стран с большими лесными запасами, а быстрее всего в тех, которые обделены этим богатством. Следствием этого стала парадоксальная на первый взгляд ситуация: обезлесение характерно прежде всего для стран с большой площадью лесов!

При использовании древесных ресурсов человек не только увеличивает возобновление собственно древесины, но и вовлекает в оборот отходы, образующиеся после потребления изделий из нее, например бумаги. В этом случае происходит формирование искусственных циклов ресурс (бумага) — отход (макулатура) — ресурс (бумага), в которых восстановление происходит полностью за счет человека. Однако, следуя этим стратегическим путем, общество не считает его "желанным", стараясь тем или иным способом избежать роста затрат. Активизация антропогенного восстановления в наибольшей степени проявляется в странах с малыми лесными запасами.

Использование водных ресурсов состоит в том, что чистая вода превращается в отход, грязную воду и пар. В большинстве регионов планеты механизмы гидрологического цикла перестали справляться с регенерацией

антропогенных отходов, о чем говорят широко известные факты загрязнения и истощения водных ресурсов. Очистные сооружения и замыкание систем водоснабжения дали возможность безболезненно увеличивать дальше объемы водопотребления. В США при почти двукратном повышении промышленного водопотребления с 1954 по 1983 г. доля восстановленной воды возросла с 44 до 70%. В Европе в городах с большим водопотреблением вода очищается на 57%. Однако антропогенная интенсификация процессов восстановления водных ресурсов отстает от увеличения водопотребления.

В циклах антропогенно-возобновимых ресурсов принципиально отсутствует такой компонент, как природное восстановление отходов цветных и черных металлов. Истощение месторождений заставляет человека перерабатывать все более бедные руды, эксплуатировать удаленные и геологически сложные месторождения. Параллельно этому идет процесс накопления отходов, образующихся в результате производства и потребления ресурсов. Их масса, например, в Западной Европе, сопоставима с разведанными геологическими запасами, а в некоторых случаях превышает последние (Синцеров, 1990). Истощение природных кладовых заставляет переходить к антропогенной рециклизации отходов. Сейчас 1/3 всего мирового потребления свинца и алюминия приходится на долю вторичных ресурсов, но в некоторых государствах она существенно выше: доля вторичного свинца в Англии - 65%, вторичного алюминия в ФРГ - 40% (World Resources, 1994). Однако огромные объемы ресурсопользования у потребительских гигантов - США, Японии, ФРГ, Англии - достигаются не за счет еще большей интенсификации восстановления отходов, а главным образом путем расширения импорта (World Resources, 1987) и за счет активизации добычи первичного ресурса, когда это позволяет сделать его обширные запасы. Поэтому чем больше обеспеченность страны запасами металлических руд, тем медленнее растет доля вторичных ресурсов в потреблении цветных и черных металлов.

Стремление избежать необходимости увеличения рециклизации металлов связано с дороговизной этого процесса (Увеличение..., 1983). Лишь часть металлолома находится в таком состоянии, при котором вложения а его очистку и сбор невелики. Это в первую очередь отходы металлургического производства. Такие отходы промышленности, как кабели, самолеты и др. и общественного потребления (банки, ложки и др.), гораздо менее концентрированы в пространстве и для своей переработки требуют значительных затрат на сбор и очистку от сопутствующих материалов. Наконец, часть металлов в процессе потребления корродирует и столь сильно рассеивается в окружающей среде, что для восстановления этих отходов необходимы огромные усилия. Поэтому чем большую долю вторичного сырья мы хотим восстановить, тем выше удельные затраты регенерации. Восстановить первые 10% отходов гораздо дешевле, чем вторые 10%, а цена последних 10% может оказаться астрономической. Однако по мере истощения природных запасов удельные затраты на их добычу также увеличиваются, в результате чего доля отходов, восстанавливать которую становится выгодным, все-таки растет.

В целом уровень использования вторичных металлов в экономике зависит еще от ряда причин: наличия технологий переработки, стоимости энергии и рабочей силы, способов государственного регулирования, величины импорта, спроса и др.

Для каждого из видов природных ресурсов была найдена зависимость доли искусственно восстановленных ресурсов (5, %) от общего объема ресурсопользования (R): $S = \ln R + b$. Графики зависимости приведены на рис. 26. Величина коэффициента "а" линейной регрессии показывает, насколько интенсивно происходит повышение антропогенной регенерации ресурсов по мере увеличения их потребления (табл. 7).

В табл. 7 наиболее высокие значения интенсивности ($a = 8-10$) характерны для тех видов ресурсов, мировой уровень обеспеченности которыми очень низок. Обеспеченность для цинка и свинца равна 40 годам (World Resources..., 1992). Наиболее низкие значения $a = 1,3-0,5$, наоборот, относятся к тем ресурсам, дефицита которых человечество пока не испытывает. Обеспеченность запасами железа, например, превышает 250 лет (World Resources..., 1992).

По мере роста объемов ресурсопользования увеличение антропогенного регенерационного вклада сначала ускоряется, затем начинает замедляться. В идеальном виде графики стремятся к S-образному виду, хотя в реальной действительности эти тенденции проявлены нечетко. Богатые страны со сверхвысоким использованием ресурсов не отличаются должной сверхвысокой активностью в их восстановлении, а предпочитают поддерживать и увеличивать достигнутый уровень потребления за счет расширения импорта. Более бедные страны ориентируются на усиление использования первичного сырья, даже несмотря на истощение его запасов. Причины этого связаны с эффективностью использования ресурсов.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕСУРСОПОЛЬЗОВАНИЯ

Введем ряд обозначений:

R - объем ресурсопользования, количество всех ресурсов, возобновимых и невозобновимых, первичных и вторичных, используемых обществом в единицу времени. $R = R_{пв} + R_{ав} + R_{нв}$, где $R_{пв}$ - природно-возобновимые, $R_{ав}$ - антропогенно-возобновимые, $R_{нв}$ - невозобновимые ресурсы;

Q - запас этих ресурсов в природе;

k_1 - удельные затраты на добычу, количество вещества и энергии, затрачиваемое на добычу единицы ресурса;

D - суммарное количество вещества и энергии, затрачиваемое на добычу R ресурсов: $D = k_1 R$, $k < 1$, D - часть от R;

k_2 - удельные затраты на восстановление ресурса из отходов;

V — общие затраты вещества и энергии на восстановление отходов обратно в

ресурсы: V - часть от R ;

$Z = D + V$ - общие затраты на обеспечение ресурсного цикла: Z часть от R ;

$A = R - Z$ - объем потребления: $A = j + i$, где j - чистое потребление, которое складывается из прямого потребления (хлеб), косвенного (ресурсы для его выпечки, продажи и др.) и i - непродуктивных потерь, той части ресурсов, которая превращается в отходы, минуя стадию потребления. Усовершенствования технологий, экономия и др. - это попытки изменить соотношение между i и j , увеличив чистое потребление за счет снижения потерь;

$E = R/Z$ - эффективность ресурсопользования. В закрытых системах она меняется от 1, когда объемы потребления $A = 0$, до бесконечности, когда объемы потребления приближаются к объемам ресурсопользования $A = R$;

$W = R$ - количество отходов, образующихся из R ресурсов в единицу времени, включающее в себя отходы природно-возобновимых, антропогенно-возоб-новимых и невозобновимых ресурсов: $W_{пв} + W_{ав} + W_{нв} = R_{пв} + R_{ав} + R_{нв}$;

P - количество отходов, восстанавливаемых природой обратно в ресурсы за единицу времени: P - часть от R ;

P^* - максимально возможное количество отходов, которое может восстановить природа за единицу времени, регенерационный потенциал: $P < P^*$.

В принятых символах рассматриваемая модель имеет следующий вид (рис. 27).

Таким образом, под эффективностью ресурсопользования мы понимаем отношение R , т.е. всего количества используемых обществом ресурсов - добытых и восстановленных - к общим затратам на добычу и на восстановление: $E = R/Z$. Чем выше эффективность, тем дешевле достается людям каждая единица ресурса, тем больше остается им для личного и общественного потребления, что вполне объясняет внимание общества к этому параметру. Все используемые обществом материалы расходуются на четыре основные цели - добычу ресурсов, восстановление ресурсов, чистое потребление и непродуктивные потери: $R = D + V + j + i$. Рано или поздно все ресурсы, для чего бы они ни расходовались, превращаются в отходы. В принятых обозначениях балансовое уравнение для отходов запишется: $W = R - P - V/k_2$. Для запасов балансовое уравнение имеет вид: $Q = Q - R + P + V/k_2$.

Задача последующих рассуждений заключается в том, чтобы рассмотреть, как изменяются эффективность ресурсопользования E и объемы потребления A по мере увеличения объемов ресурсопользования R .

С увеличением доли восстановленных ресурсов затраты растут нелинейно, обгоняя увеличение объема ресурсопользования. Следствием этого становится неприятный сюрприз: антропогенная интенсификация возобновления ресурсов, хотя и обеспечивает увеличение объемов ресурсопользования, но сопровождается снижением его эффективности. Каждая единица ресурса обходится человеку все дороже и дороже. Эту тенденцию наиболее ярко иллюстрирует история развития сельского хозяйства. Охота и собирательство могли обеспечить не более $0,2 \cdot 10^6$ ккал/га пищи, но эффективность их была около 20 ккал/кал, т.е. затрата 1 кал на поиск ягод и добычу зверей давала 20 кал в продуктах питания. С развитием технологии земледелия его эффективность стала падать (табл. 8).

В животноводстве постепенный переход от отгонных к откормочным технологиям позволил повысить объем ресурсопользования с $5 \cdot 10^6$ ккал/га до $25 \cdot 10^6$ ккал/га, что сопровождалось падением эффективности с 2 до 0,05 ккал/кал (табл. 9).

Наиболее просто определить эффективность использования природных ресурсов для технологий типа "природа-мать". Все ресурсы, используемые человеком, восстанавливает природа, а общество несет затраты только на их добычу.

Очевидно, эффективность ресурсопользования при присваивающих технологиях не зависит от объемов ресурсопользования и остается постоянной, зависящей лишь от величины удельных затрат на добычу. Объемы потребления при этом растут прямо пропорционально объемам ресурсопользования: $A = R - Z = R(1 - k_1)$. Однако такая идиллическая картина может сохраняться лишь до тех пор, пока объемы ресурсопользования R не превысят максимального регенерационного потенциала природы P^* . После этого начинается истощение запасов ресурсов. Производная становится отрицательной при $R > P$.

Дальнейшее развитие ресурсопользования сопровождается переходом к технологиям типа "природа-соратник". При этом сохраняются затраты на добычу ресурсов ($D = R \cdot k_1$), но появляются новые вложения - в их восстановление. В оптимальном случае человек должен восстанавливать все ресурсы, за исключением невозобновимых и тех, с регенерацией которых справляется природа.

Рассмотрим, как по мере увеличения объемов ресурсопользования R изменяется его эффективность E при "идеальном" развитии событий, т.е. когда практически все добываемые обществом возобновимые ресурсы восстанавливаются им совместно с природой. В этом случае не происходит их истощения, не происходит деградации почв, обезлесения, загрязнения воды, воздуха и др., что позволяет определить такую траекторию как "экологически равновесную". Эти правила "устойчивого развития" ресурсопользования уже хорошо известны (Медоуз и др., 1994; Daly, 1990). Вопрос заключается в том, почему общество не следует им в полном объеме. Для ответа на него рассмотрим подробнее поведение параметров, входящих в формулу (2).

Коэффициенты k_1 и k_2 будем считать константами. Это предположение вполне правомерно, поскольку удельные затраты на добычу и восстановление ресурсов не зависят от объема ресурсопользования R , а зависят только от уровня истощения запасов Q и полноты восстановления отходов W .

Примем также, что по мере роста объемов ресурсопользования количество отходов P , восстанавливаемых природой, повышается, пока не дойдет до величины P^* - максимального регенерационного потенциала, а потом стабилизируется на этом уровне, как показано на рис. 28,б. При сценарии 28,а картина становится более "резкой", а в случае 28,в анализируемые ниже эффекты усиливаются.

Наконец, будем для начала считать, что доля невозобновимых энергоресурсов $R_{нв}$ постоянна.

Теперь, обратившись к формуле (2), легко увидеть, что при увеличении R эффективность E начинает снижаться из-за постоянного уменьшения регенерационного вклада природы P и соответствующего повышения темпов роста антропогенных затрат Z (см. рис. 29,а, б). Искусственная интенсификация ресурсных циклов позволяет повышать количество используемых ресурсов, но сопровождается падением эффективности ресурсопользования, т.е. каждая единица ресурса обходится человечеству все дороже и дороже. При этом увеличение объемов потребления $A = R - Z$, происходящее вначале пропорционально росту R , начинает замедляться и при определенных условиях вообще прекращается из-за непомерного бремени затрат (см. рис. 29,в). Очевидно, развитие ресурсопользования по такой "идеальной" траектории позволяет увеличивать количество используемых ресурсов при сохранении ресурсно-экологического равновесия, но с каждым шагом это дается все труднее.

Расположение равновесной траектории не предопределено фатально, а может меняться в зависимости от ряда факторов. Рассмотрим, как влияет на поведение равновесной траектории уровень природного восстановления ресурсов P и P^* .

Если восстановительные возможности природы уменьшаются (см. рис. 29,в) в результате ее уничтожения человеком или по не зависящим от него причинам (из-за изменения климата, катастроф и др.), то траектория смещается "вниз" (рис. 30), т.е. происходит усиление темпов падения эффективности по мере роста объемов ресурсопользования. Очевидно, что это крайне невыгодно обществу, и поэтому поддержание P^* на максимально высоком уровне, т.е. "охрана природы", диктуется не только моралью, но и прямой хозяйственной выгодой. Можно даже оценить вклад в экономику естественных, абсолютно не используемых человеком экосистем по тому, насколько ускоряются темпы падения эффективности при их уничтожении.

Увеличение природного восстановительного потенциала приводит к замедлению темпов падения эффективности по мере роста объемов ресурсопользования. Такой выгодный для общества поворот событий может произойти по естественным причинам, например, при улучшении климата. Этот же результат достигается тогда, когда человек обогащает свое ресурсное меню материалами с высоким природно-восстановительным потенциалом и тем самым увеличивает долю P в R . Такой ход реализовался, например, при переходе от примитивного мотыжного к лугополевому земледелию, когда увеличение объемов ресурсопользования сопровождалось расширением ресурсного спектра за счет кормовых трав, служащих источником навоза для удобрений. Скорость восстановления трав много больше, чем зерновых популяций. Это позволило сдвинуть вверх "идеальную" траекторию (см. 3 на рис.30) и наращивать R уже в этих более выгодных условиях.

На поведение равновесной траектории влияет также использование невозобновимых энергоресурсов $R_{нв}$. Формула (2) показывает, что при их уменьшении идеальная траектория должна сместиться "вниз", что невыгодно человеку, а при увеличении энергетического "питания" - наоборот, "вверх", т.е. падение эффективности происходит медленнее. Но, поскольку увеличение использования энергии требует все большего вовлечения и возобновимых ресурсов: металлов, воды, бетона и пр. (Одум Г., Одум Э., 1978; Паршенков, 1986), реальный выигрыш всегда оказывается не таким значительным.

Следовательно, перестраивая свою ресурсную базу, общество может усиливать или ослаблять темпы падения эффективности ресурсопользования по мере роста его объемов. Последнее достигается путем интенсификации ресурсных циклов, но с неизбежностью влечет снижение эффективности ресурсопользования и замедление роста потребления. Однако в этом случае, несмотря на увеличение количества используемых ресурсов, постоянно поддерживается состояние ресурсно-экологического равновесия, исключая такие знакомые явления, как исчезновение лесов, деградации почв и пастбищ, загрязнения воды и воздуха и др. Кроме того, когда рост объемов потребления с каждым шагом дается все труднее, это заставляет общество уделять необходимое внимание демографическим и экономическим проблемам, ограничению численности населения и воспитанию умеренных appetitов у каждого отдельного "едока". Поэтому при строгом следовании этой стратегии в системе общество-природа образуется обратная связь, тормозящая и останавливающая бесконечное увеличение объемов ресурсопользования и потребления. Важно и то, что кризисная ситуация при таком развитии событий нарастает постепенно, оставляя людям время, необходимое для осмысления происходящего и принятия решений. Человечество получает возможность шаг за шагом нащупать "золотую точку" в координатах $R-E$, которая характеризуется максимальным объемом потребления при приемлемом уровне эффективности. Проблема заключается в том, что готовность легко платить по векселям никогда не входила в число достоинств ни общества в целом, ни большинства его представителей. Именно поэтому в действительности события развиваются совсем не так, как в описанном выше идеальном случае.

ПОДГОТОВКА КРИЗИСОВ

Главная цель материальной деятельности общества заключается в увеличении объемов потребления ($A = R - Z$), и на ее достижение направлена вся тактика и стратегия развития ресурсопользования. Для этого человек стремится, во-первых, повысить объем ресурсопользования R , а во-вторых, снизить затраты $Z = D + V$. Очевидно, что труднее всего экономить на добыче (D), поскольку правило "чем больше вложишь, тем больше

получишь" действует здесь неукоснительно и выглядит очевидно. Гораздо легче ограничить вложения в восстановление ресурсов (V), поскольку последствия этого обычно далеки, да к тому же именно они являются основной причиной падения эффективности. В результате общество склонно встать на путь "недоплат", при котором за счет материального богатства не приходится сразу платить снижением эффективности, а объемы потребления повышаются наиболее быстрыми темпами (рис. 31,в).

На первом этапе реализации этой стратегии увеличение потребления действительно идет ускоренно благодаря экономии на регенерационных затратах. Экономия на восстановительных затратах, в результате которой общество отклоняется от равновесной траектории, приводит к тому, что ресурсы постепенно начинают истощаться. Но в природе всегда существует их определенный запас, поэтому негативные последствия отклонения проявляются не сразу, а лишь когда истощение достигает определенного уровня.

При технологиях типа "природа-мать" отклонение реальной траектории от идеальной (рис. 31) начинается (R0) тогда, когда объем ресурсопользования становится больше регенерационных возможностей природы.

Незаметно для общества добыча промысловых животных становится больше пристома их популяции, вырубка деревьев превышает интенсивность лесовосстановления, сброс загрязненных вод превышает самоочистительную способность гидросистем. В рамках технологий "природа-соратник" реальная траектория отклоняется от равновесной, когда объемы ресурсопользования становятся больше совокупных регенерационных усилий общества и природы. При залежном земледелии стремление увеличить объем получаемой продукции приводит к сокращению времени отдыха пашни, необходимого для естественного восстановления ее плодородия. При трехполье эта цель достигается путем распашки лугов, что сопровождается уменьшением внесения органических удобрений. Развитие промышленности происходит на фоне постоянной экономии затрат на очистку воды, воздуха и рециклизацию минерального сырья. Чем больше запас ресурсов, тем позже проявятся последствия их истощения. Однако рано или поздно этой "эпохе процветания" приходит конец.

Второй этап развития событий связан с появлением и нарастанием негативных последствий усиливающегося дефицита ресурсов (рис. 31,и). В первую очередь происходит увеличение удельных затрат на их добычу k2. Все больше времени тратят охотники на поиск зверя, все больше труда и удобрений требуют поля, все более дальние и бедные месторождения сырья включаются в промышленное использование и т.п. В результате этого эффективность ресурсопользования начинает снижаться, а рост объемов потребления постепенно замедляется и может совсем прекратиться (рис. 31,е). В итоге общество сталкивается с той же проблемой падения потребления, от которой оно пыталось уйти, встав на неравновесную траекторию развития. Достигнутая в период благоденствия высокая численность населения и высокий уровень жизни оказываются не обеспеченными допустимым объемом потребления.

Снижение темпов роста потребления приводит к обострению кризисных явлений; удорожанию производства, усилению межотраслевых и межтерриториальных ресурсных конфликтов, сопровождается падением уровня жизни, голодом, болезнями, сокращением численности населения, активизацией миграций. Следствием этих процессов может стать усиление социально-психологической напряженности, возникновение "ресурсных войн". Развитие ресурсного дисбаланса затрагивает практически все стороны жизни общества.

С того момента, когда реальная траектория достигает максимального отклонения от идеальной, начинается третий этап развития событий, в течение которого так или иначе происходит восстановление ресурсно-экологического равновесия. Оно может идти разными путями, весь спектр которых делится на два принципиально отличающихся друг от друга способа. Первый - увеличение вложений в регенерацию ресурсов. Этим обеспечивается дальнейший рост объемов ресурсопользования и потребления и достигается ресурсно-экологическое равновесие при большем, чем прежде, количестве используемых ресурсов, но при меньшей эффективности (рис. 31,а, траектория 1). Второй способ - восстановление ресурсного равновесия за счет остановки роста или снижения объемов ресурсопользования и потребления (траектории 2, 3, 4).

Первый путь дает возможность поддержать и даже повысить завоеванный уровень жизни, численность населения и поэтому его можно считать "социально благоприятным". Второй путь позволяет поддержать эффективность на прежнем уровне или лишь несколько уменьшить ее. Здесь у общества существует выбор между двумя крайними возможностями: значительного сокращения ресурсопользования при сохранении прежней высокой эффективности (см. рис. 31, траектория 3) и сохранении достигнутого объема ресурсопользования при заметном снижении эффективности (траектория 2). Однако во всех этих случаях происходит уменьшение объемов потребления, снижение уровня жизни, поэтому все эти траектории являются социально неблагоприятными.

Среди социально неблагоприятных особо выделяется катастрофический путь развития событий, при котором объемы ресурсопользования падают до нуля и цивилизация гибнет (траектория 4). Происходит это в том случае, когда человек продолжает добывать истощающиеся ресурсы, не думая о возобновлении их потенциала.

Возможно, многие древние цивилизации пришли к своей гибели именно таким путем: верхнепалеолитическая (Будыко, 1977), майянская (Будыко, 1977; Ньюмен, 1989; Тойнби, 1991), древнеиндийская (Будыко, 1977).

Выражениями траектории развития системы управляют две группы процессов. С одной стороны, социально-экономические, связанные с динамикой численности населения, уровня индивидуальных потребностей и др., которые толкают к нарушению равновесия. С другой стороны, экологические, выражающиеся в эффектах истощения ресурсов и требующие тем или иным путем восстановить их равновесное потребление.

Таким образом, в системе общество-природа экологический кризис оказывается следствием потребительских

целей большинства современного населения Земли. По своей близорукости люди отдают им предпочтение перед задачами длительного сохранения своей среды обитания. Результатом становятся отклонение от равновесной траектории, истощение ресурсов, неизбежность смены стратегии, которая и составляет центральный момент кризиса.

В заключение раздела выделим три основные характеристики экологических кризисов (рис. 32).

1 - глубина, т.е. степень отклонения реальной траектории от равновесной. Отклонение в первой стадии кризиса увеличивается, в третьей стадии уменьшается, а максимальное значение N знаменует его кульминацию, вторую стадию.

2 - резкость, т.е. угол, под которым траектория развития кризиса меняет свое направление. Чем меньше угол, тем резче кризис.

3 - продолжительность, т.е. время, прошедшее от момента нарушения до момента восстановления, общая продолжительность 1+2+3 стадий.

Далее рассмотрим несколько конкретных примеров экологических кризисов с разным финалом.

ТРАЕКТОРИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КРИЗИСОВ

Объектом более подробного исследования мы выбрали Центрально-Черноземный регион России (ЦЧР) площадью 300 000 км² включавший в XIX в. шесть губерний - Курскую, Орловскую, Тульскую, Тамбовскую, Воронежскую и Рязанскую, а в конце XX в., в связи с изменением границ, еще Липецкую и Белгородскую области. Изучалась динамика показателей, использованных при построении модели в предыдущих разделах: объем и эффективность ресурсопользования, объем потребления и др. Развитие региона прослежено за 200 лет, с 1785 по 1985 г. с временным шагом в 10 лет. Внутри исследуемого периода есть 50-летний информационный "провал" 1930-1970-х годов, связанный с крайней неполнотой и недостоверностью статистических материалов этих лет. Основными источниками были (Денисенко, 1990; Дружинин, 1978; Ковальченко, 1960; Комар, 1975; Нифонтов, 1974; Сборник..., 1924; Хромов, 1967; Цветков, 1957; Чернышев, 1927).

Как и следовало ожидать, развитием сельского хозяйства в ЦЧР управляли две группы процессов. С одной стороны, крестьяне стремились увеличить продукцию земледелия и животноводства, сохраняя максимальную эффективность хозяйства. Этому требовал рост населения региона, и к тому же подталкивало повышение цен на зерно. С другой стороны, к снижению эффективности и потребления вела необходимость компенсировать истощение почвы, лугов, пастбищ. Противоречие вылилось в кризис.

Начальный этап, предкризис, охватывает период с 1785 по 1845 г. К началу этого времени территория ЦЧР уже была интенсивно освоена. 33% ее площади занимали посевы и пары, 32% - пастбища и сенокосы. Свободные земли давали возможность увеличивать площадь используемых угодий и объемы ресурсопользования примерно на 0,8% в год, что было лишь несколько ниже темпов прироста населения - 0,9% в год. Это позволяло поддерживать социальную обстановку на приемлемом уровне: отношение минимально необходимых продуктов к фактически имеющимся A_n/A_f было меньше единицы, хотя постепенно и увеличивалось. Динамика развития региона внешне выглядела вполне благоприятно. Но именно в это время шли скрытые процессы, которые готовили основу будущих катаклизмов.

Крестьяне заметно сэкономили на затратах, в первую очередь регенерационных. Количество вносимых удобрений было примерно в 15 раз ниже нормы, в энергетическом эквиваленте - $0,02 \cdot 10(10)$ Дж вместо $0,33 \cdot 10(10)$. Последнее было связано с тем, что из всего количества ресурсов, собираемых с полей, 68% шло на затраты ресурсопользования и 32% — на потребление, а у ресурсов, получаемых с лугов, это соотношение составляло 98 и 2%. Крестьяне увеличивали площадь полей, способных в наибольшей степени повысить доход за счет сокращения менее ценных угодий, лугов. Площадь сенокосов и пастбищ падала, из-за чего животноводство не могло обеспечить необходимого для восстановления почв количества удобрений (рис. 33).

Увеличение объемов ресурсопользования (см. рис. 33) не сопровождалось необходимым ростом затрат, и реальная траектория развития отклонилась от равновесной (рис. 34).

С точки зрения потребительских приоритетов такая стратегия была очень выгодной. Она позволяла примерно в 1,8 раза увеличить объем потребления и в 1,5 раза повысить эффективность ресурсопользования (рис. 35) по сравнению с тем, что могла обеспечить равновесная траектория. Однако это сопровождалось постепенным обеднением почв полей из-за некомпенсируемого выноса азота, фосфора и калия. Правда, запас биогенных веществ в черноземах был настолько велик, что его медленное уменьшение пока никак не сказывалось на урожайности. Происходило увеличение нагрузки на пастбища, поскольку, несмотря на снижение площади кормовых угодий, численность скота повышалась (см. рис. 33). Это позволяло крестьянам снабжать растущее население мясомолочными продуктами и поддерживать удобрение земель пусть на явно недостаточном, но на постоянном уровне.

Второй этап кризиса начался в 1840-х годах. К этому времени нагрузка на пастбища превысила критическую величину (2 гол/га). Снижение их продуктивности привело к сокращению количества коров и лошадей (см. рис. 33). Взрыв этой первой "экологической бомбы" привел к резкому изменению траектории развития ресурсопользования в Центральном Черноземье.

Объемы ресурсопользования еще продолжали увеличиваться. Но перераспределение ресурсов ($R = A + Z$) между затратами (Z) и потреблением (A) стало еще более неравновесным. Ускорившийся в это время рост населения и цен на зерно подтолкнул общество не к снижению, а к еще большему наращиванию объемов потребления. В то же время затраты ресурсопользования начали падать из-за истощения своей главной составляющей - кормовых ресурсов. Реальная траектория развития ресурсопользования резко отклонилась от равновесной (см. рис. 35).

Эффективность ресурсопользования, и без того большая, еще более повысилась, а рост объемов потребления увеличился в 2,5 раза. Однако из-за снижения регенерационных затрат резко ухудшилась экологическая обстановка. Уменьшение еще на 1/3 количества вносимых на поля удобрений заметно усилило истощение почв, что вместе с продолжавшейся дигрессией лугов привело к увеличению темпов деградации земель в 2-3 раза (см. рис. 33). Такое развитие ситуации не могло продолжаться долго.

Вторая "экологическая бомба" взорвалась примерно через 30 лет, в 1880-х годах, когда истощение почв на полях достигло критической величины. Урожайность зерновых снизилась до 5,7 ц/га и стала такой же, как в конце XVIII в. Началось падение объемов ресурсопользования и потребления. В 90-х годах обвал еще более усилился и социальная обстановка стала катастрофической. Отношение минимально необходимого потребления к фактическому, Ам/Аф, превысило 1, что означало нехватку продуктов питания. Поскольку Центральный Черноземный район был одним из основных зернопроизводящих регионов страны, голод охватил не только его, но в той или иной степени всю Европейскую часть Империи, и последнее десятилетие прошлого века вошло в историю России как годы общенациональной сельскохозяйственной катастрофы. Кризис, в своей основе экологический, связанный с истощением агроресурсов, охватил все уровни общественной организации, от экономического до демографического и политического.

Результатом кризиса было то, что начиная с 1880-х годов траектория развития ресурсопользования изменила направление и стала приближаться к равновесию по неблагоприятному пути - за счет снижения объемов ресурсопользования (см. рис. 34). Однако ухудшению социальной обстановки сопутствовало улучшение экологической: из-за снижения численности скота и падения урожаев общий ресурсный дисбаланс уменьшился и стал таким же, как в начале кульминационной стадии кризиса. Но не только это стало той основой, на которой развернулись последующие события.

Прежде чем продолжить их анализ, подробнее рассмотрим, что представляли собой "объемы потребления" А. Они включали в себя не только продукты, которые лично потребляли крестьяне: в целом по России $80 \pm 5\%$ от валового сбора, но и товарное зерно, т.е. проданное на рынке, отданное в виде налогов и др., $20 \pm 5\%$ (Нифонтов, 1974). В первой половине 1880-х годов, когда сборы зерна и объемы потребления в ЦЧР достигли максимума, такие "излишки" оценивались по этому району в 69,2 млн. пудов/год (Яцунский, 1957), что составляло примерно треть всего товарного зерна России. Тратилось оно главным образом на две основные цели (Нифонтов, 1974): на снабжение городов - 28% всего зерна, вышедшего за пределы сельского хозяйства, и на экспорт - 54%. На все остальное - на армию, винокурение и др. шло лишь 18%. Такая структура потребления имела очень важное следствие.

Во-первых, наличие избытков зерна позволяло увеличивать численность городского населения, в первую очередь рабочего, и следовательно, развивать промышленность, транспорт, повышать добычу минеральных и энергетических ресурсов (Ленин, 1941). Значительная часть промышленной продукции возвращалась обратно в сельское хозяйство в виде удобрений и сельскохозяйственных машин. Химическая промышленность расширилась с 1860-х по 90-е годы в 5 раз (Ленин, 1941), производство сельхозтехники возросло за 40 лет почти в 60 раз (Покровский, 1924).

Во-вторых, экспорт зерна, бывшего единственным товаром, который сбывала Россия (Покровский, 1924), позволял не только субсидировать развитие отечественной промышленности и ресурсодобычи, но и закупать за рубежом необходимые для сельского хозяйства удобрения, оборудование и технологии. Если в 1866 г. Россия ввезла из-за границы 27 тыс. пудов минеральных удобрений, то в 1900 г. - 6010 тыс. пудов (Хромов, 1967), а импорт сельскохозяйственных машин вырос за это время в 32 раза (Покровский, 1924).

Таким образом, развитие сельского хозяйства ЦЧР по кризисному пути, с одной стороны, привело к истощению ресурсной базы и резкому снижению объемов ресурсопользования к концу прошлого века, а с другой стороны, позволило в течение нескольких десятилетий повышать объемы потребления гораздо более высокими темпами, чем при равновесной траектории.

В результате "кризисные" излишки к началу нашего столетия стали возвращаться в сельское хозяйство в виде удобрений, сельскохозяйственных машин и новых технологий. Все это создало условия для выхода Российского Черноземья из экологического и социального кризиса. Однако бурная история нашей страны сделала этот путь чрезвычайно долгим и извилистым.

Третий этап - период колебаний и выхода из кризиса начался в ЦЧР в 1900-х годах и продолжался около 70 лет. В начале века из промышленности в сельское хозяйство стали поступать удобрения и машины, а переход в те же годы земли в частную собственность заставил крестьян снизить потери органических удобрений и тщательнее ухаживать за землей. Трудозатраты на 1 га пашни выросли в 1,5 раза. Это привело к значительному увеличению регенерационных вложений и соответственно к снижению эффективности хозяйства, особенно в земледелии, с 2,6 до 2,1 Дж/Дж. Но потери в эффективности позволили увеличить урожайность полей, повысить объем ресурсопользования и потребления. Следствием стало улучшение не только экологической, но и социальной обстановки: отношение необходимого потребления к фактическому Ам/Аф снизилось с 1,03 до 0,94. Черноземье России начало медленно выбираться из кризиса по благоприятному пути. Повышение вложений в регенерацию ресурсов обеспечило восстановление экологического равновесия при увеличении объемов ресурсопользования. Но снизилась эффективность.

Наметившиеся тенденции продержались недолго. В эти годы ускорился рост населения и продолжилось повышение хлебных цен на внутренних и мировых рынках. Экологические приоритеты не устояли перед усилением потребительских интересов общества. Динамика всех основных параметров в 1910-х годах опять

стала такой же, как в период подготовки предыдущей фазы кризиса. Рост объемов ресурсопользования не компенсировался пропорциональным увеличением затрат. Результатом стало повторное усиление истощения полей и деградации лугов. Траектория ресурсопользования еще сильнее отклонилась от равновесной (см. рис. 35). Социально-экономические процессы опять подтолкнули Центральное Черноземье навстречу новому экологическому кризису.

Однако ему не суждено было разразиться. Первая мировая и гражданская войны привели к сокращению численности населения и объемов ресурсопользования в ЦЧР на 20-25%. Последнее стало причиной нового голода, Ан/Аф достигло 1,05. Но в результате произошло снижение темпов истощения полей, прекратилась дигрессия лугов. Как и в первый раз, с ухудшением социальной обстановки улучшилась экологическая. Ресурсопользование приблизилось к равновесному состоянию (см. рис. 34).

В 1930-х годах ситуация в ЦЧР развивалась примерно так же, как в начале века. Увеличение объемов ресурсопользования шло при недостаточном уровне регенерационных затрат и связанном с этим истощении полей и лугов» 40-е годы были аналогичны периоду первой мировой войны. В середине столетия началось очередное восстановление ситуации, но параллельно этим колебаниям шло два важных процесса.

Во-первых, основная зерновая база России стала перемещаться все дальше на Юг и Восток, где в принципе повторялся тот же сценарий, что и в Черноземье. Увеличение ресурсопользования ориентировалось на максимизацию объема потребления при сокращении необходимых регенерационных вложений, следствием чего становилось истощение агроресурсов. Вспомним широко известные факты катастрофического засоления почв, активизации водной и ветровой эрозии в этих районах и др.

Во-вторых, ускорилось развитие городов и промышленности, увеличилась добыча новых материалов, чему способствовало наличие "излишков" продуктов питания, необходимых для снабжения не занятого в сельском хозяйстве населения. В результате происходило не только повышение объемов, но и изменение структуры ресурсопользования вследствие роста доли минерального и, главное, энергетического сырья, т.е. дальнейшее развитие процессов, начавшихся в конце прошлого века.

Остановка колебаний ресурсопользования, запущенных войнами и революциями, началась в регионе в конце 1950-х годов, когда развитие промышленности и расширение ресурсной базы обеспечили возможность перехода к современному агропромышленному земледелию. Внешние для сельского хозяйства материалы — минеральные удобрения, горючее и др. — позволили намного увеличить регенерационные затраты и тем самым повысить уровень ежегодного восстановления агроресурсов. 10-кратный рост вложений обеспечил благоприятный выход из кризиса (см. рис. 34). Увеличение объемов ресурсопользования в 6 раз сопровождалось восстановлением ресурсно-экологического равновесия, прекращением истощения полей и ослаблением пастбищной дигрессии. Платой за это стало дальнейшее снижение эффективности ресурсопользования примерно вдвое. В целом для сельского хозяйства оно составило с 1,5 до 0,9 Дж/Дж, а в земледелии — с 2,2 до 1,1 Дж/Дж. Отметим, что сейчас эффективность сельскохозяйственного ресурсопользования в ЦЧР несколько выше равновесного значения: 0,91 (равновесное — 0,87 Дж/Дж). Это связано с завышенной эффективностью пастбищного животноводства, результатом которой является деградация лугов.

Современный ресурсно-экологический дисбаланс по величине примерно равен тому, который был в ЦЧР почти 200 лет назад, однако тогда он был связан с истощением полей, а сейчас — с деградацией пастбищ.

Все сказанное позволяет считать, что экологический кризис Центрального Черноземья России длился около 100 лет и кульминация его пришлась на конец XIX в. Однако он позволил получить дополнительный доход, который был вложен в увеличение и расширение ресурсной базы, в том числе в восстановление агроресурсов. За достижение ресурсно-экологического равновесия пришлось, правда, заплатить значительным снижением эффективности.

Другие примеры благоприятного выхода из экологического кризиса показывают, что такой успешный итог событий не единичен. Аналогичным образом развивалось ресурсопользование на просторах Великих равнин Нового Света, которые играли в хозяйстве США примерно такую же роль, что и Черноземье в России.

Но успешное решение проблемы кризиса реализуется далеко не всегда. В аридной Африке животноводство служит важным источником продуктов и одновременно причиной многочисленных бед Черного Континента. В первую очередь это относится к засушливым, мало пригодным для земледелия районам. Рост численности населения и отсутствие средств для регенерационных вложений толкает многие регионы аридной Африки на кризисный путь перегрузки пастбищ, ведущий к опустыниванию, падежу скота, голоду. Выход из кризиса при одновременном увеличении объемов ресурсопользования оказался слишком дорогим удовольствием для всех 15 проанализированных стран аридной Африки: Ботсваны, Ливии, Сомали, Туниса и др. Ближе всего к благоприятному пути находились Тунис и Марокко. Выход из кризиса в этих странах был найден посредством расширения откормочных технологий (и соответственного снижения эффективности хозяйства), но объемы ресурсопользования при этом не росли (Тунис) и даже падали (Марокко). К настоящему времени Марокко и Тунис — единственные страны региона, которые смогли с 1980 г. увеличить площадь пастбищ и за счет этого несколько повысить количество мяса и молока, приходящегося на душу населения.

В Сомали, Нигере, Кении к концу 80-х годов пастбищная нагрузка достигла 0,4—0,6 гол/га, за чем последовало истощение кормовых ресурсов. Восстановление равновесия в этих странах пошло по неблагоприятному пути сокращения численности скота и снижения объемов ресурсопользования при сохранении прежних отгонных технологий. Это привело к уменьшению пасторальной нагрузки, но сопровождалось катастрофическим ухудшением социальной обстановки (State..., 1991). Снижение уровня жизни становится мощным стимулом для

нового увеличения объемов ресурсопользования по прежней кризисной траектории, замыкается порочный круг, ведущий к катастрофе.

Пример трагического исхода экологического кризиса дает нам практика китобойного промысла. В 1965 г. был достигнут рекордный уровень добычи китов, 67000 экз., и с тех пор началось неуклонное уменьшение вылова. К 1983 г. добыча сократилась до 12000 экз. (Environmental... 1987; World... 1996). До поимки последнего морского гиганта и падения R^* и R до 0 оставалось совсем немного времени. Конвенция о прекращении китобойного промысла в 1985 г. волевым актом снизила объем ресурсопользования до нуля, сохранив таким образом китов от полного истребления.

На определенном уровне истощения ресурсов могут включиться механизмы самоусиления этого процесса, которые быстро доводят до конца процесс их деградации. Например, когда в условиях пересеченного рельефа пастбищная дигрессия растительности доходит до определенной величины, начинается бурная эрозия почв, потерявших былую защиту. Параллельно происходит повышение температуры и снижение влажности над все более оголяемой поверхностью. Потеря почвы и аридизация климата приводят к коллапсу животноводства. По мнению некоторых авторов (Будыко, 1977), этот механизм стал причиной гибели скотоводческой цивилизации, существовавшей 5 тыс. лет назад в ныне пустынных районах Северо-Западной Индии. Возможно, аналогичный процесс за три-четыре поколения полностью истощил агроресурсы и стал причиной краха цивилизации майя (Будыко, 1977; Ньюмен, 1978; Тойнби, 1991).

Рассмотренные примеры показывают, что и успешный и катастрофический исход экологического кризиса - не удел какой-то технологии или эпохи, культуры или региона. Причину того или иного финала мы постараемся найти в следующей главе.

РЕЗЮМЕ

1. Исследование механизмов возникновения кризисов в системе природа-общество позволяет существенно дополнить представления, полученные ранее. Как и во всех остальных случаях, возникновение и развитие экологического кризиса связано с накоплением неустойчивости в предкризисной фазе. В рамках изложенной модели пружиной, аккумулирующей разрушительную энергию будущего кризиса, служит нарушение баланса между потреблением природных ресурсов и их восстановлением. Регенерационные способности природы и технические усилия общества оказываются недостаточными для поддержания круговорота вещества в системе, ресурсы в природных блоках истощаются, в социальных - избыточно накапливаются в виде отходов.

Возможность разбалансирования оказывается результатом высокой надежности и инерции природных механизмов, которые реагируют на разрушающие воздействия общества не сразу, а со значительной задержкой.

2. Суть собственно кризисных процессов следует понимать, в рамках развиваемых представлений, как необходимое возвращение к состоянию гармоничного развития природной и социальной подсистем комплекса. Приоритет отдан эволюции природной основе, которая готова существовать самостоятельно, но без которой не может развиваться общество. Если социальный блок оказывается неспособным к сосуществованию с природой, то восстановление равновесия происходит путем его исключения из системы, что воспринимается человечеством как экологическая катастрофа.

3. Кризис в системе природа-общество проходит фазы, аналогичные стадиям, выделяемым при рассмотрении других социальных и природных объектов: а) фазу скрытого кризиса (предкризиса), когда на фоне видимого благополучия общества происходит уменьшение запаса устойчивости природно-социального комплекса; б) переломную фазу, когда падение эффективности природопользования требует принятия мер по восстановлению баланса; в) фазу восстановления ресурсно-экологического равновесия, возврата на теоретически идеальную сбалансированную траекторию. Поступательное развитие системы при этом тормозится, иногда происходит деградация, воспринимаемая как собственно кризис. Но это лишь проявление механизма отрицательной обратной связи, который восстанавливает внутренний баланс в системе и открывает возможности дальнейшего развития.

4. Восстановление нормального круговорота веществ в системе общество-природа возможно лишь для природно-возобновимых и антропогенно-возобновимых ресурсов. Невозобновимые ресурсы - ископаемые источники энергии - в ходе использования теряются безвозвратно. Но они составляют менее 1% всего объема ресурсопользования, в принципе они заменимы и потому не играют главной роли в возникновении и протекании кризисов.

5. Опыт разных регионов (народов) показывает, что возможны три пути выхода из кризисного дисбаланса: а) с замедлением роста, но без снижения объема потребления ресурсов обществом; б) с уменьшением потребления, но с перспективой нового выхода на траекторию роста; в) с падением потребления до нуля. Последнее - экологическая катастрофа. В отличие от систем неживой и биологической природы выбор в точках

Анатомия кризисов/ А.Д. Арманд, Д.И. Люри, В.В. Жерихин и др. - М.: Наука, 1999. - 238 с.

Глава IX. КРИЗИСЫ В СИСТЕМЕ ПРИРОДА-ОБЩЕСТВО

"Тормозить прогресс так же увлекательно, как и творить его, - все зависит от исходной установки и от воспитания"

А. и Б. Стругацкие

В главе девятой исследуется тот же объект, что и в предыдущей восьмой, - система общество-природа. Меняется

лишь аспект, угол зрения. До этого система представлялась двухкомпонентной и каждая из частей ее, природа и общество, рассматривались с точки зрения их участия в круговороте ресурсов, аналогичном круговороту вещества в биогеоценозе. Здесь рамки анализа расширяются. В игру включается ряд факторов социального, экономического, политического и чисто природного плана. От них, как оказывается, тоже зависит развитие системы по кризисной программе. Иногда они решают вопрос о продолжении существования человеческой культуры или ее гибели. Другими словами, предлагаемая читателю глава посвящена социально-экономическому и геоэкологическому аспектам проблемы кризисов в системе общество-природа. Подобное богатство взаимосвязей центральной системы со своим окружением дает уникальную возможность изучить кризисную систему как систему открытую, многофакторную, управление которой осуществляется через целый набор входов. Результатом такого анализа становится отчетливое понимание того, чем определяется успешный или катастрофический выход из экологического кризиса, понимание роли сознательной деятельности человека в программировании кризисов, соответственно меры его ответственности и возможности влиять на свою собственную судьбу.

КРИТИЧЕСКИЕ ТОЧКИ

Благоприятный выход из кризисного виража - восстановление равновесия при увеличении объемов потребления — не является лишь следствием удачного стечения обстоятельств, природного или ресурсного "везения".

Любой экологический кризис несет в себе потенциальную возможность такого исхода, но реализация ее сопряжена с трудностями, переступить через которые общество иногда бывает не в силах. Размеры и характер "плат за успех" изменяются по мере прохождения кризисной траектории через критические точки, когда динамика основных параметров ресурсопользования претерпевает кардинальную трансформацию.

Напомним: добытые ресурсы R определяют сумму объемов потребления A , затрат на добычу D и восстановление ресурсов V : $R = A + D + V$. Объемы ресурсопользования зависят от затрат на добычу ресурсов: $R = D/k_1$, где D - общие, k_1 - удельные затраты на добычу единицы ресурса. Пока добыча ресурсов R не превысила критической величины P^* , затраты на обеспечение ресурсного цикла равны затратам на добычу: $Z = D$. При равновесном развитии, исключающем истощение ресурсов, удельные затраты k_1 остаются постоянными. Поэтому при повышении общих вложений в добычу D объем ресурсопользования R растет пропорционально. После того как объем ресурсопользования превысит регенерационные возможности природы $R > P^*$, для поддержания равновесия становится необходимым вкладывать дополнительные средства в восстановление ресурсов. С этого момента и появляется новая расходная статья - регенерационные затраты V , а желанные остатки - объемы потребления A - снижают темпы своего роста (рис. 36, а). Связанное с этим падение эффективности и другие явления рассмотрены в VIII главе.

В простом случае, когда регенерационные инвестиции полностью отсутствуют, течение кризиса определяется ориентацией общества на максимизацию объемов потребления. Кризис начинается с момента $R = P^*$ (рис. 36). Истощение ресурсов необратимо. Исключена возможность не только вернуться к равновесию по прежней траектории, но даже зафиксировать ситуацию в какой-то ее точке. Обеднение ресурсной базы толкает людей к стратегии, все больше напоминающей "Тришкин кафтан". На какое-то время объемы потребления оказываются больше тех, которые могла бы обеспечить равновесная стратегия, человек получает излишек, ради которого он встает на кризисный путь развития.

Пока продолжается истощение природных запасов, происходят увеличение удельных затрат k_1 и ускоренное увеличение затрат $D = k_1 R$ (рис. 37).

Поскольку затраты D изымаются из того, что уже добыто, то при дальнейшем повышении вложений в добычу ресурсов темпы роста ресурсопользования R снижаются (рис. 37, б). Объем потребления $A = R - D$ растет все медленнее и после достижения максимальной величины $A_{\text{сmax}}$ начинает падать. Затраты на добычу в общем бюджете играют все большую роль, и возникает реальная опасность того, что при дальнейшем наращивании ресурсопользования все приобретенные ресурсы придется расходовать на получение новых $D = R$, а "на обед" при этом не останется ничего. Чтобы сдержать сокращение потребления, приходится снижать объемы ресурсопользования после того, как они достигают максимального значения R_{max} . Далее в дело идет последний резерв - затраты на добычу, уменьшая которые человек стремится хоть как-то залатать расплывающиеся "дыры" в бюджете. Следствием становится безудержное падение объемов ресурсопользования. Поскольку истощение ресурсов и рост k_1 продолжается, траектория неумолимо притягивается к роковой границе $R = Z$, которая грозит нулевым потреблением. Ослабить это притяжение можно, лишь уменьшив темпы истощения ресурсов, т.е. еще более сокращая объемы ресурсопользования.

Восстановление равновесия приходит только с уменьшением объемов ресурсопользования до регенерационного потенциала природы $R = P^*$. Человек специально не ищет эту точку равновесия, процесс происходит как бы сам собой. Но, как уже сказано, снижение объемов ресурсопользования сопровождается падением регенерационного потенциала P . Поэтому в ходе экологического кризиса точка равновесия, снижаясь, приближается к падающей кризисной траектории (рис. 38). В момент их встречи $R = P^*$, $k_1 = \text{const}$ восстанавливается равновесное ресурсопользование, и, попав в эту позицию, человек наконец-то получает возможность стабилизировать ситуацию и перевести дух.

Вопрос в том, на каком уровне использования R , потребления A и истощения ресурсов расположена точка встречи. Это определяется тем, насколько сильно по мере деградации запасов ресурсов увеличиваются удельные затраты на их добычу. Значит, речь должна идти о совершенстве или несовершенстве используемых человеком технологий добычи, от которых зависит, насколько полно и эффективно они позволяют извлекать из

окружающей среды необходимые ему материалы. Чем быстрее увеличивается k_1 , т.е. чем менее совершенны применяемые технологии, тем скорее теряются выгоды кризисного пути развития, тем активнее общество вынуждено сокращать объемы ресурсопользования, и восстановление равновесия происходит на меньшем уровне истощения ресурсов.

По первому сценарию (см. рис. 38, траектория 1, 7) развивались события в ходе экологического кризиса отгонного животноводства в аридной Африке. Поскольку коровы и мулы не могут использовать всю траву до последней былинки, то при определенном уровне деградации пастбищ начинается падение численности скота и соответственно объемов ресурсопользования. Уменьшение пасторальной нагрузки до равновесного позволяет природе посредством сукцессии реставрировать пастбища до первоначального состояния. Общество получает возможность войти по прежнему пути в новый кризис. Такой ход событий имел место в Кении.

Чем медленнее растет k_1 , т.е. чем совершеннее технология добычи, тем дольше кризисная стратегия оказывается более выгодной, и восстановление равновесия происходит при большем истощении ресурсов. Овцеводство экологически опаснее разведения крупного рогатого скота, поскольку овцы более "совершенно" используют пастбищную траву, буквально срезая ее под корень. В результате сокращение поголовья и падение ресурсопользования начинается при более сильном истощении пастбищ, а достижение равновесия происходит при очень большом снижении объемов ресурсопользования и катастрофической деградации травостоя (рис. 38, траектория II, 2). При этом высока вероятность включения саморазрушительных эрозионных или климатических природных механизмов, а реставрационные возможности сукцессий ослаблены. Именно так овцы "съели Рим", а заодно и многие районы Европы, Америки, Африки (Рамад, 1981).

Если же технологии добычи сверхэффективны и $k_1 > 1$ даже при самых низких запасах, то близорукие их истощение всегда оказывается выгодным вплоть до самой крайней точки. В этих случаях кризис заканчивается катастрофой. Восстановление равновесия происходит в точке уже никого ни к чему не обязывающего нуля потребления (рис. 38, траектория III, 3). Именно к такому результату привели высокоэффективные технологии добычи китов в XX в. и, вероятно, крупных млекопитающих в палеолите.

Таким образом, если в ходе экологического кризиса общество ничего не вкладывает в регенерацию ресурсов, то вначале оно получает желанный "излишек" - более высокие, по сравнению с равновесной стратегией развития, объемы потребления. Однако из-за увеличения затрат на добычу все менее обильного сырья этот выигрыш постепенно теряется. Вначале, достигнув максимального значения $A_{сг}$, начинают уменьшаться объемы потребления, а потом, когда доходит до величины R_{max} к ним присоединяются и объемы ресурсопользования. Выход из кризиса происходит по социально неблагоприятному пути уменьшения объемов ресурсопользования и потребления, на котором общество подстерегает к тому же опасность катастрофического исхода — гибели при полном истощении ресурсов.

У человека есть единственная возможность "соскочить" с этой траектории и принципиально изменить ход событий - остановить истощение и восстановить равновесие путем искусственной регенерации природной подсистемы. Переход от кризисного (см. рис. 36, б) развития к равновесному (см. рис. 36, а) развитию связан с появлением в ресурсном бюджете новой расходной статьи - затрат на возобновление V . Чтобы прекратить истощение ресурсов в один из моментов развития кризиса, когда объемы ресурсопользования равны R , необходимо вложить в восстановление затрат. Изъять необходимые для этого средства можно лишь из объемов потребления, которые при этом уменьшатся с величины $A_{сг} = R - D$ до $A_{eq} = R - (D + V)$ (рис. 39). Трогать затраты на добычу D , очевидно, нельзя, ибо это приведет к падению R и A . В результате такого маневра общество в краткосрочном плане проигрывает, поскольку объемы потребления становятся меньше, чем они были бы при продолжении кризисного развития. Однако приостановленное истощение ресурсов позволяет дальше увеличивать объемы ресурсопользования по новой равновесной траектории. Это увеличение идет медленнее, чем в докризисную стадию, из-за прошедшего истощения ресурсов и повышения k_1 (см. рис. 39). Поэтому постепенно этот проигрыш становится все меньше и через некоторое время равновесное развитие оказывается выгоднее кризисного.

Несмотря на открывающиеся в будущем радужные перспективы, необходимость вначале резко снизить объемы потребления мешает обществу встать на такой путь. Он реализуется лишь в редких случаях, когда конкретная ситуация позволяет ослабить сопутствующие социально-демографические проблемы (Марокко, Тунис). Но его анализ позволяет сделать два важных наблюдения. Во-первых, прекращение истощения ресурсов позволяет в дальнейшем увеличивать объемы ресурсопользования по новой равновесной траектории, хотя из-за повышения k_1 и медленнее, чем до кризиса. Во-вторых, что самое важное, каждой кризисной структуре ресурсопользования $R = D + A$ соответствует равновесная $R = D + V + A$ для тех же значений R . Она отличается наличием новой расходной статьи - затрат на восстановление - и меньшими значениями объемов потребления. Поэтому одновременно с изменением реального потребления $A_{сг}$ в ходе кризиса происходит изменение равновесного потребления A_{eq} (рис. 40) такого, до которого нужно в каждый момент снизить $A_{сг}$, чтобы получить средства для регенерационных инвестиций.

В ходе кризиса равновесные значения объемов потребления A_{eq} повторяют динамику $A_{сг}$, но меньше их на величину $V = k_2(R - P^*)$. Поэтому A_{eq} сначала увеличивается, а потом, достигнув критической точки A_{eqmax} , начинает снижаться. При этом может возникнуть ситуация, когда A_{eq} падает до нуля (см. рис. 40, в), т.е. всего объема потребления не хватает на необходимые регенерационные инвестиции и переход к стратегии восстановления оказывается принципиально невозможным. Это происходит в том случае, если из-за истощения ресурсов удельные затраты на добычу становятся больше определенной величины: $k_1 > 1 - k_1 + k_2(P/R)$ и

суммарные вложения в добычу и восстановление оказываются непосильными для общества.

Итак, развитие экологического кризиса в системе природа-общество связано с прохождением шести критических точек. Кризис возникает, когда человек начинает потреблять больше, чем природа способна восстановить (0, см. рис. 40). В точках $A_{сгmax}$ (2) и R_{max} (3) увеличение потребления и ресурсопользования сменяется их уменьшением. При прохождении точек $A_{еqmax}$ (1) и $A_{еq0}$ (4) теряются некоторые возможности безболезненного возвращения к равновесному развитию. Если дело доходит до точки 5 (см. рис. 41), система перестает существовать. Каждая из названных особых точек разделяет кризисную траекторию системы на несколько этапов.

Первый этап (от точки 0 до точки 1) длится до тех пор, пока объемы потребления не достигают значения, равного максимальному равновесному, $A_{сг} = A_{еqmax}$. Это событие никак не проявляется в реальности, но до этого момента выход из кризиса может произойти без снижения объемов потребления, после - не может. Для восстановления равновесия в этот период достаточно и дальше наращивать объемы ресурсопользования по кризисной траектории, но направлять получаемую прибавку не только на наращивание потребления, но и на регенерацию природного потенциала. Тогда общество имеет возможность перейти на равновесную траекторию, не испытав падения объемов потребления, и в дальнейшем наращивать его уже в условиях ресурсно-экологического равновесия (рис. 41, а). За выход из кризиса надо заплатить лишь временным снижением темпов роста потребления. Но решиться на такой маневр обществу очень трудно: движение по прежнему пути в это время экономически гораздо выгоднее и не требует даже такой малой жертвы. Если события продолжают развиваться по кризисной колее, то $A_{сг}$ становится больше $A_{еqmax}$ (рис. 41, в). На втором этапе (от точки 1 до точки 2) переход к равновесному развитию неизбежно должен сопровождаться временным снижением объемов потребления. Однако до наступления второго критического момента $A_{сгmax}$ у человека есть возможность заметно ослабить трудности "периода перестройки" или даже на время избежать их, вовлекая в оборот новые виды и новые источники ресурсов. В это время "кризисные излишки" объема потребления достигают наибольших значений (см. рис. 36 и 40). Общество добивается того, ради чего оно встало на путь кризиса, и его материальное богатство становится самым большим за все предшествующие и последующие годы. Именно этот экологически "неправедно нажитый" капитал и открывает возможность успешного перехода к равновесному развитию. Можно направить часть имеющихся средств на добычу новых, еще не истощенных ресурсов, и тогда увеличение удельных затрат на добычу временно прекратится, если кладовые их еще полны. В результате темпы роста объемов ресурсопользования и потребления возрастут. Такой маневр позволяет выйти из кризиса без снижения объемов потребления (рис. 42) или заплатить за выход гораздо меньшим их падением, чем это было бы необходимо при прежнем "ресурсном меню".

Подобным путем произошел выход из экологических кризисов Черноземья России и Великих равнин США. Полученные излишки были не проедены, а направлены на добычу новых ресурсов, разработку новых технологий и, приумножившись, вернулись в виде необходимых регенерационных инвестиций. За восстановление равновесия пришлось заплатить падением эффективности ресурсопользования, но это не сопровождалось сокращением объемов потребления:

Высокая вероятность перехода к третьему (2-3) этапу (см. рис. 40) определяется тем, что даже этот благоприятный путь на первых порах оказывается менее выгодным, чем продолжение кризисного.

Преимущества равновесного развития проявятся только через некоторое время, а вначале для перехода к нему нужны средства, вынимаемые из собственного кармана. Поэтому общество всегда тянет с принятием необходимых мер.

Если общество не перешло к восстановлению ресурсов до момента (2) $A_{сгmax}$, то дальше сделать это становится все труднее. Объемы потребления начинают уменьшаться, средства тают и вложение их в добычу новых ресурсов становится все менее вероятным. Чтобы перейти от кризисного к равновесному развитию, человек вынужден теперь брать средства для регенерационных вложений из потребительской части бюджета, увеличивая темпы ее сокращения. Смена стратегий еще может произойти плавно за счет продолжающегося пока роста R , но она сопровождается падением объемов потребления, которое тем глубже и дольше, чем позже человек решается на этот шаг (рис. 41, в).

Если же общество соберется переходить к равновесному развитию еще позже, на четвертом этапе (3—4), когда кризис прошел точку R_{max} и началось падение объемов ресурсопользования, то вероятность успеха приближается к нулю. Теоретически средства для регенерационных инвестиций в этот период еще можно получить, резко сократив потребление, которое и без того быстро уменьшается (рис. 41, г). Но в действительности это приведет к таким социально-демографическим последствиям, а польза от смены стратегий проявится так нескоро, что практически этот шаг равносильен катастрофе. Поэтому человеку не остается ничего иного, как покорно снижать потребление и ресурсопользование вслед за истощающимися ресурсами.

На пятом этапе (4—5) исчезает и теоретическая возможность перехода к равновесному развитию, поскольку удельные затраты на добычу превышают критическую величину (см. выше). Тогда суммарные вложения в добычу и возобновление потребуют всего объема ресурсопользования, а потребление упадет до нуля - $A_{еq} = 0$ (рис. 41, д).

Таким образом, на любом этапе экологического кризиса выход из него путем увеличения регенерационных инвестиций не происходит сам собой, а требует от общества определенной решимости и платы. В каждый момент движение по кризисной траектории представляется более выгодным, но в конце ее человека ждет либо

тупик, либо пропасть. Если на первых порах плата за переход к равновесному развитию не столь уж высока — временное снижение темпов роста потребления, то в дальнейшем для этого необходимо все более масштабное и длительное сокращение его объемов.

В ходе кризиса существует период максимального богатства, когда переход к равновесному развитию дается с наименьшим трудом. Общество получает благоприятную возможность восстановить ресурсно-экологическое равновесие, продолжая увеличивать объемы ресурсопользования и потребления. Но, как и легендарный вход в Черное море между сдвигающимися скалами - Симплегадами, этот путь открывается лишь на время. Почему же, в отличие от героев-аргонавтов, нам далеко не всегда удается пройти по нему?

Человечество никогда не было бездумным стадом, ориентированным только на рост потребления. В стремлении предсказать будущее, понять необходимость перемен едва ли можно отказать как русским крестьянам, так и древним охотникам. Поэтому должен существовать какой-то иной фактор, который в одних случаях разрешает, а в других не позволяет реализовать потенциальную возможность выхода из кризиса по благоприятному пути. Таким фактором является численность населения. Речь об этом - в следующем разделе.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЛЛИ

Возможность благоприятного выхода из экологического кризиса, то есть восстановления ресурсно-экологического равновесия без падения объемов ресурсопользования, зависит от соотношения двух процессов. С одной стороны, от изменения объемов потребления, которые вначале увеличиваются, расширяя тем самым способность общества вкладывать в восстановление ресурсов, а затем падают, постепенно лишая его надежды на успех. С другой стороны, от динамики численности населения, которая определяет, сколько средств "проедается", расходуется на снабжение людей необходимыми для жизни продуктами, а сколько реально остается на решение других, в том числе экологических проблем. Поэтому исход событий решается "соревнованием" двух траекторий - траектории экологического кризиса и траектории демографического взрыва. Параметром, связывающим объем потребления A с численностью населения N , служит индивидуальный уровень потребления $a = A/N$. Он бывает самым разным, но для всех существует минимальный уровень, необходимый для поддержания жизнедеятельности (еда, одежда, жилье). Понятно, что эта величина колеблется в зависимости от условий среды и труда. В жарком климате при легкой работе человеку нужно 1700 ккал/день, а в холодном климате при тяжелой работе - 4500 ккал/день (Гальперин, 1977). Этот уровень диктует то количество ресурсов, которое общество всегда и при всех обстоятельствах будет стараться потратить исключительно на свое жизнеобеспечение. Этой долей потребления люди никогда добровольно не жертвуют ни на какие другие цели.

После этих приоритетных трат остается $A_{сг} - N \cdot a_{мин} = N(a - a_{мин})$. Чем ближе реальный уровень индивидуального потребления a к минимально необходимому $a_{мин}$, тем сложнее людям ослабить потребительские приоритеты и найти средства для решения экологических проблем. Возможности решения зависят от того, как соотносится друг с другом динамика трех параметров. С одной стороны, изменение реальных и равновесных объемов потребления - $A_{сг}$ и A_{eq} , разница между которыми показывает, сколько нужно вложить в восстановление равновесия. С другой стороны - динамика реальных объемов потребления $A_{сг}$ и объемов минимального жизнеобеспечения $A_{ж}$, соотношение которых диктует, сколько реально общество может потратить на решение экологических проблем.

На первый взгляд картина кажется очень простой. Если численность населения растет относительно медленно и для его обеспечения по минимальному уровню вполне хватило бы равновесных объемов потребления (рис. 43, а), то в ходе экологического кризиса у общества всегда открывается реальная возможность вложить необходимые регенерационные инвестиции и выйти из него по благоприятному пути. Этот период, в течение которого необходимо решиться на смену стратегии, длится до тех пор, пока $A_{ж}$ меньше или равно A_{eq} , и поэтому время на раздумье тем больше, чем медленнее растет численность населения. Конкретных траекторий, по которым в этой ситуации можно успешно выйти из кризиса, много, и выбор зависит от различных непрогнозируемых причин, таких как изменения общественной психологии, наличие необходимых технологий и др. Первая из них - самая важная, поскольку росту регенерационных инвестиций будет сопутствовать то или иное падение уровня жизни (рис. 43).

Противоположная ситуация возникает тогда, когда численность населения растет очень быстро и повышающиеся объемы потребления могут обеспечить лишь очень низкий, почти минимально необходимый уровень жизни (рис. 43, б). В этом случае $A_{ж}$ близко к $A_{сг}$ и у общества никогда не появляется реальных средств для вложений в восстановление ресурсов. Возможность благоприятного выхода из кризиса остается иллюзией. Быстро увеличивающееся население заставляет постоянно максимизировать объемы потребления и не дает свернуть с кризисной колеи. На втором этапе событий уже изменение ресурсопользования диктует свои условия развитию демографической ситуации. Средств для поддержания жизни людей становится все меньше, и поэтому динамика популяции повторяет траекторию экологического кризиса.

Рассмотрим третью ситуацию, когда численность населения растет со "средней" скоростью, медленнее, чем реальные объемы потребления, но быстрее, чем равновесные: $A_{сг} > A_{ж} > A_{eq}$ (рис. 43, в). В этом случае в определенный период кризиса общество может сократить уровень потребления и получить некоторые свободные средства, но их недостаточно для полного восстановления равновесия. Тратить их на регенерацию ресурсов бессмысленно: хотя это и ослабит темпы их истощения, кризисная траектория не изменит принципиально своего характера. Увеличивающееся население постепенно "съест" все инвестиции, и ситуация опять войдет в кризисную колею.

Надежду дает только вложение свободных средств в добычу новых ресурсов, однако результат может быть успешным лишь при условии значительной прибавки средств при таком маневре.

Таким образом, возможность успешного выхода из экологического кризиса открывается только в том случае, если объемы потребления растут намного быстрее, чем численность населения. Когда уровень индивидуального потребления повышается и общество становится богаче, у него появляются реальные средства для регенерационных инвестиций. Так было в России и США (см. гл. VIII). Если же население растет очень быстро, оно остается бедным и не способно перейти к равносному развитию даже в наиболее благоприятный для этого период. Особенно ярко эта разница возможностей видна на примере стран аридной Африки (см. гл. VIII). Те из них, в которых уровень индивидуального потребления высок: 1000-2000 \$/чел. в год, а скорость роста населения мала: $DN = 2,5 \%$ /год (Тунис, Марокко и др.), оказались способны решить экологические проблемы животноводства за счет увеличения вложений в восстановление ресурсов. Наоборот, бедные страны со средним доходом на душу населения: 200—400 \$/чел. и с максимальным приростом населения: $DN = 3,3 \%$ /год (Кения, Нигер, Сомали), смогли выйти из кризиса лишь путем сокращения объемов потребления.

Вывод о том, что успешный выход из кризиса возможен лишь при такой скорости прироста населения, при которой $Aж = N \cdot \text{amin} < A_{eq}$, не вполне точен. Этот результат получается только в том случае, если демографическая динамика влияет на развитие экологического кризиса, а обратной связи не существует. В действительности взаимодействие между ними имеет обоюдный характер.

Обратную связь между траекториями экологического кризиса и демографического взрыва осуществляет тот же параметр - уровень индивидуального потребления a . Многие фактические данные показывают, что по мере его увеличения скорость роста населения снижается (Медоуз и др., 1994). Из-за различия культурных традиций и по другим причинам в одних регионах, таких как Европа, бывший СССР, обе Америки, Океания, эта тенденция проявляется лучше, в других - Азии, Африке - хуже, но в целом она характерна для всего мира. Когда годовой среднедушевой валовой национальный продукт (ВНП) становится больше 700-1000 \$/чел. прирост населения, равный 3%/год, начинает падать и при 23000 \$/чел. достигает 0,4%/год. При увеличении потребления продуктов питания темпы роста популяции вначале повышаются, а потом, начиная с 2000-2300 ккал/чел.-день, снижаются, с 3,1 до 0,3%/год при 3700 ккал/чел.-день (рис. 44). Поэтому даже высокая скорость роста населения ($Aж > A_{eq}$) не является непреодолимой преградой для благоприятного исхода экологического кризиса. Главное, чтобы объемы потребления увеличивались быстрее численности людей.

При таком соотношении уровень индивидуального потребления повышается и с определенного значения начинает тормозить развитие демографического взрыва. В результате общество, лишенное в начале кризиса возможности успешного выхода из него, постепенно получает все больше средств для необходимых регенерационных инвестиций.

Если объемы потребления увеличиваются намного интенсивнее численности населения, то демографический взрыв может погаситься - относительно быстро и равновесие восстановится до достижения точки максимального равновесного потребления A_{eqmax} (по типу рис. 41, я). В этом случае повышение вложений в восстановление ресурсов не приведет к падению уровня жизни людей, хотя и потребует на время ослабить или прекратить его рост. Если же население увеличивается очень активно, то обществу приходится и дальше все более интенсивно наращивать объемы потребления, чтобы затормозить демографические процессы и выйти на равновесный уровень хотя бы до пересечения второй критической точки $A_{critmax}$ (по типу рис. 41, б). В этом случае за выход из кризиса придется платить падением индивидуального потребления, которое, правда, не опустится ниже минимально необходимого $Aж$. Если и к этому моменту человеку не удастся ослабить демографический взрыв, но у него есть в запасе некоторые свободные средства, то остается последний шанс - вложить их в использование новых ресурсов и таким образом выйти из кризиса (по типу рис. 42). Однако в общем случае вторая критическая точка $A_{critmax}$ - момент, когда объемы потребления достигают максимальных значений, является тем финишем, на котором окончательно выясняется победитель гонки двух траекторий - роста населения и роста потребления. Здесь решается исход кризисного виража. Общество, не справившееся к этому моменту с ростом населения, сталкивается с падением объемов потребления, которое лишает его возможности решить демографические и экологические проблемы (см. рис. 43, б).

Таким образом, взаимозависимость динамики объемов потребления и численности населения создает отрицательную обратную связь, которая способна в благоприятном случае избавить систему общество-природа от несбалансированного потребления. Быстрый рост населения, требующий интенсивного увеличения объемов потребления, это, вообще говоря, одна из главных причин экологического кризиса и основной фактор, затрудняющий благоприятный выход из него. Но именно кризисная траектория позволяет повышать объемы потребления быстрее, чем увеличивается население, и таким образом повысить уровень жизни, снизить рождаемость и справиться с демографическим взрывом, ослабив главное препятствие на пути к равновесию. Чтобы благополучно выйти из кризисного виража, общество вынуждено все глубже входить в него. Такая ситуация напоминает поведение споткнувшегося официанта, который, чтобы не упасть, разбив лоб и посуду, обречен все быстрее мчаться по залу, стараясь восстановить равновесие.

В свете этих рассуждений любопытен факт, что количество ресурсов, используемых современной цивилизацией, увеличивается быстрее, чем население Земли (в среднем, без учета региональных различий). Если за последние 40 лет, с 1950 по 1990 г., численность людей выросла в 2,1 раза, то потребление 20 основных видов сырья повысилось в среднем в 4,4 раза. Более всего, в 6-7 раз, увеличилось использование энергетического и минерального сырья, несколько меньше — в 2,5-3 раза - пищевых и других природно-возобновимых ресурсов. Параллельно этому темпы прироста населения упали с 1,84 до 1,74 %/год. Чем

окончится эта всемирная гонка? Успеет ли мировое сообщество остановить рост населения и получить средства для восстановления ресурсов до того момента, когда их деградация приведет к падению объемов потребления? А если успеет, то хватит ли у нас ума и решимости пожертвовать потребительскими устремлениями именно в тот короткий период, когда возможность успешного исхода кризиса может быть реализована? Вряд ли сейчас есть точные ответы на эти вопросы. Но наличие отрицательной обратной связи в системе кризисных процессов дает шанс на успех, если мы сумеем им воспользоваться.

Что ожидает нас в будущем? Очевидно, один из перечисленных ниже вариантов развития событий (рис. 45).

А. Кризисы с благоприятным исходом. Происходит восстановление равновесия при общем увеличении объемов ресурсопользования и потребления, хотя возможно и временное их сокращение. Регенерационные вложения повышаются, эффективность ресурсопользования снижается (Центральное Черноземье России, Великие равнины США). Разделим сценарии на А-1 - "успешные", без периода сокращения уровня индивидуального потребления, лишь с временным снижением или прекращением его роста, А-2 - "благополучные", с временным падением индивидуального потребления не ниже минимального необходимого уровня, А-3 - "условно благополучные", с временным снижением уровня индивидуального потребления ниже минимального уровня и сокращением численности населения.

Б. Кризисы с неблагоприятным исходом. Происходит восстановление равновесия за счет уменьшения объемов ресурсопользования и потребления. Можно выделить: Б-1 "условно неблагоприятные", со снижением объемов ресурсопользования, но с достижением в конечном счете равновесия на большем, чем в начале кризиса, уровне объемов ресурсопользования и потребления (Марокко, Тунис и др.), Б-2 - "неудачные", с восстановлением равновесия на меньшем, чем в начале кризиса, уровне объемов ресурсопользования и потребления (Нигер, Сомали, Кения и др.), Б-3 - "катастрофические", с полным истощением ресурсов и падением объемов ресурсопользования и потребления до нуля (палеолит, майя, китобойный промысел и др.).

ЦЕНА И ПРИЧИНЫ ДЕГРАДАЦИИ ПРИРОДЫ

Выше уже упоминалось о том, что анализ экологических кризисов включает в себя три основных аспекта: ресурсный, социально-экономический и геоэкологический. Рассмотрев два из них, мы обратимся теперь к таким факторам, как изменение климата, структура ландшафтов, биоразнообразие, геосферные круговороты, энергетические потоки и др.

Материалы, которые общество изымает из окружающей среды, называя их "ресурсами", являются одновременно компонентами природы. При их изъятии происходит изменение состава и свойств не только этих природных компонентов, но и других, с ними связанных. Сведение лесов в ходе лесозаготовок означает не только истощение ресурсов древесины, но и трансформацию растительного покрова, круговорота воды, углерода, потоков энергии, снижение биоразнообразия и т.п. Не только отдельные компоненты, но и вся окружающая среда в целом становится "другой".

Основным следствием антропогенной трансформации окружающей среды является снижение регенерационного потенциала природы P^* как в региональном, так и в планетарном масштабе (Горшков и др., 1994). Практически все виды природных ресурсов по мере снижения их запасов постепенно теряют естественную способность восстановления. Загрязнение воды сопровождается ослаблением самоочистительной способности водоемов, деградация пастбищ при перевыпасе проявляется в изменении почв и видового состава травостоя. Истощение одних ресурсов может влиять на снижение восстановительной способности других. Так, сведение лесов уменьшает возобновление водных ресурсов, загрязнение атмосферы - растительных и др. Картина усложняется наличием в окружающей среде многочисленных пороговых эффектов и явлений самоусиления. Когда изменение природного компонента достигает определенного уровня, процесс его дальнейшей деградации резко ускоряется и становится неконтролируемым. Уменьшение численности популяции ниже минимального значения приводит к ее необратимой гибели, превышение критического уровня деградации пастбищ активизирует эрозию, которая ускоряет уничтожение травостоя, и пр.

Цена природы - не абстрактное, а вполне конкретное понятие. Снижение ее регенерационных возможностей приводит к тому, что равновесная траектория отклоняется от своего предкризисного положения "вниз" (см. гл. VIII), то есть увеличение объемов ресурсопользования сопровождается большим падением эффективности, чем прежде. В результате глубина экологического кризиса, то есть отклонение реальной траектории от равновесной, растет гораздо быстрее, чем если бы возможности природы оставались прежними (рис. 46. а). Следствием такого самоуглубления кризиса становится то, что для благоприятного выхода из него общество должно вложить больше регенерационных средств и больше потерять на эффективности. При неблагоприятном развитии событий сильнее сокращаются ресурсопользование и потребление. Размер этой дополнительной потери и служит той ценой, выраженной в рублях или Джоулях, которую платит человек за деградацию природы. Расти она может не только плавно, но и резко из-за упомянутых выше пороговых эффектов. В какой-то момент регенерационный потенциал природы начнет быстро и необратимо снижаться и общество, не повышая добычу ресурсов, оказывается перед лицом резкого и неконтролируемого углубления кризиса (рис. 46, б).

Трансформация природы происходит не только при истощении ресурсов. Даже в тех случаях, когда человек восстанавливает их в полном объеме и, более того, когда он вообще ничего не изымает из окружающей среды, практически любая его материальная деятельность изменяет ее свойства и строение. Строительство каналов и плотин, дорог и городов, создание зон отдыха и свалок, замена одних экосистем на другие влияет на структуру природных взаимодействий и потоков. Это может стать причиной снижения регенерационного потенциала

природы даже при полностью равновесном ресурсопользовании. Равновесная траектория смещается "вниз" и отрывается при этом от реальной, оставшейся на прежнем месте (рис. 47). Ситуация экологического кризиса возникает из-за неразумного вмешательства человека в жизнь природных экосистем.

Пример такого рода экологических кризисов - строительство Ленинградской дамбы, которое само по себе не было "ресурсопользованием", но привело к резкому снижению самоочистительных способностей прибрежных акваторий Финского залива.

Снижение регенерационного потенциала природы может произойти не только по антропогенным, но и по естественным причинам, из-за ухудшения климата, извержений вулканов и др. При аридизации климата происходит развитие орошаемых технологий (уменьшение E) или сокращение продуктивности богарного земледелия (падение R при прежнем E). Полагают (Борисенков, Пасецкий, 1988), что именно такое изменение климата привело к упадку Парфянского царства в

3 в. н. э.

Все сказанное позволяет разделить экологические кризисы по их происхождению. А. Антропогенные экологические кризисы. Это в первую очередь «кризисы от жадности». Они возникают в результате стремления общества увеличить объемы потребления, экономя на регенерационных затратах (см. рис. 31). Другой случай - "структурные" экологические кризисы, или "кризисы от самоуверенности". Они возникают как следствие антропогенных нарушений восстановительной способности природных систем (см. рис. 47).

Б. Природные экологические кризисы. Нарушение равновесия происходит в результате естественных причин. Мы глубоко уверены в том, что "экологическая революция", о приближении которой сейчас так много говорят (Медоуз и др., 1994), закончится тем, что общество научится соизмерять свои потребности и возможности, не будет пытаться удовлетворять растущие аппетиты способами, ведущими к истощению ресурсов. Но благополучный переход к новому сознанию, не сопряженный с демографическими катаклизмами и социальными бурями, возможен только за счет еще большего развития ресурсопользования - для расширения источников регенерационных инвестиций и умирения популяционного взрыва. Поэтому в будущем, причем, по-видимому, не очень далеко, общество столкнется с эпохой "кризисов от самоуверенности", которыми природа будет отвечать нам на слишком бесцеремонное с ней обращение.

НЕСТАБИЛЬНОСТЬ КРИЗИСНОЙ ТРАЕКТОРИИ

Развитием кризиса управляют две группы противоположно направленных "движущих сил": с одной стороны, социально-экономические, ориентирующие общество на увеличение объемов потребления и нарушение ресурсно-экологического равновесия, и с другой - экологические, выражающиеся в эффектах истощения ресурсов и требующие тем или иным путем восстановить их. Каждая из этих "сил" состоит из множества составляющих, которые изменяются на основе собственных закономерностей, усиливаются и ослабляются, сложным образом взаимодействуя друг с другом. Поэтому экологический кризис не развивается так плавно и равномерно, как это показано на рисунках, иллюстрирующих наши "модельные" рассуждения (см. гл. IX, с. 144—152). В действительности его течение постоянно изменяется, а кризисная траектория буквально "мечется" в координатном пространстве, чутко реагируя на изменение множества антропогенных и естественных факторов (см. гл. VIII, с. 134-141).

К главным причинам "метаний" относятся демографические (рост численности населения) и социально-культурные (желание человека безгранично увеличивать свое материальное богатство). Далее идут факторы экономические — рост спроса и цен на ресурсы, а также конкурентная борьба, требующая снижения всех возможных затрат. Все эти процессы действуют в ходе кризиса совместно, толкая систему общество-природа к нарушению равновесия. Они связаны друг с другом, но тем не менее развиваются каждый по своим законам и зависят от множества факторов. Поэтому сила этих воздействий постоянно изменяется. Углубление экологического кризиса происходит неравномерно, в зависимости от того, какой из процессов является в данный момент ведущим, насколько он силен, как его действие активизируется или гасится другими. Для анализа возникающих при этом эффектов рассмотрим влияние различных движущих сил на ход кризиса в Центральном-Черноземном районе.

Колебания кризисной траектории иллюстрируются графиком в координатах объем ресурсопользования R - затраты ресурсопользования Z (рис. 48). За период 1785-1923 гг. произошло шесть резких изменений в развитии кризиса: в 1830-е, 50-е, 70-е, 80-е, 1900-е годы и в 1923 г.

В начальный период, 1790-1820-е годы, лишь один процесс - плавное увеличение численности населения - толкал общество к нарушению равновесия, поэтому кризис, отход от равновесной траектории, развивался равномерно. В 1830-е годы в 1,5 раза увеличились темпы роста объемов ресурсопользования. Это ускорение связано с улучшением климатических условий и ростом цен на зерно. Россия в эти годы вышла на хлебные рынки Европы (Миронов, 1985). Рост населения и скачок цен обусловили резкое ухудшение экологической ситуации в 1850-е годы. Произошло это в условиях, когда пасторальная нагрузка на пастбища превысила критическую величину и, казалось бы, требовала принять меры к восстановлению равновесия. Но демографический и экономический факторы оказались сильнее. Перелом траектории в 1870-х годах, отметивший резкое углубление кризиса, стал откликом на известные реформы 1861 г. и последующих лет. Освобождение крестьян расширило возможности их личного обогащения и вылилось в усиление эксплуатации земель. В 1880-х годах истощение почвы достигло таких размеров, что перевесило социально-экономические причины кризиса. Траектория повернула в сторону восстановления равновесия. Но не надолго. В конце века началось самое активное углубление кризисной ситуации, опять обремененное интенсивному росту населения.

Давление демографического пресса ослабло в ходе первой мировой и гражданской войн, когда численность населения Черноземья снизилась на 20%. Кризисная кривая направилась к равновесию. К сожалению, анализ последующего развития провести невозможно из-за отсутствия сопоставимых данных за советский период. Таким образом, демографические процессы были основной движущей силой экологического кризиса в Центральном Черноземье России. Они определили три самых сильных изменения направления кризисной траектории, два из которых связаны с ускорением роста численности населения, а одно - с его сокращением из-за военно-политических катаклизмов.

Впрочем, и остальные факторы, даже действуя в одиночку, способны за несколько лет повернуть кризисную траекторию в сторону от равновесия. На действие противоположных факторов - снижение пресса или искусственное восстановление ресурсов - система откликается не сразу, с лагом более 10 лет.

Противоречие между социальными и экологическими приоритетами приводит к тому, что в ходе кризиса в системе общество-природа могут возникать колебательные процессы. Периоды улучшения социальной обстановки и ухудшения экологической сменяются периодами ухудшения социальной ситуации и улучшения экологической. Весь экологический кризис как бы разбивается на ряд микрокризисов, а на главную траекторию его развития накладывается серия более мелких колебаний. Их возникновение связано с тем, что многочисленным дестабилизирующим силам, способным быстро углубить кризис, противостоят процессы, связанные с истощением ресурсов и требующие восстановить равновесие. Время, проходящее между воздействием на систему и его результатом, определяет длительность кризисных микроволн. От чего зависит стабилизирующая роль факторов равновесия?

КРИЗИС БОГАТЫХ И БЕДНЫХ

Истощение ресурсов - практически единственный процесс, который постоянно и целенаправленно толкает систему общество-природа к восстановлению равновесия. По мере углубления кризисного виража способность социально-экономических сил противостоять этому стабилизирующему фактору постепенно сходит на нет. Чем дальше заходит истощение ресурсов и растут удельные затраты на добычу, тем сильнее этот процесс тормозит - руками людей, но беспощадно - развитие кризиса. Отсюда возникает парадоксальная закономерность: чем меньше запас ресурсов, тем менее глубокий и рискованный кризис формируется на их основе. И наоборот, чем лучше обеспечена система природными ресурсами, тем интенсивнее и дольше происходит их истощение. Богатые природные кладовые являются базой для глубоких и длительных потрясений, поскольку позволяют человеку долго идти по пути их истощения, не ощущая при этом никаких негативных последствий. Наиболее наглядно иллюстрирует эту тенденцию процесс обезлесения, представляющий собой одну из глобальных экологических проблем современности. Анализ изменения лесистости с 1965 по 1985 г. в 50 государствах мира, на долю которых приходится 84% всех лесов планеты, показал, что сокращение лесных ареалов не произошло ни в одной стране с низкой облесенностью (<10% территории). Однако этот процесс охватил почти половину стран со средней облесенностью (10-50%) и три четверти стран с большой площадью лесов (>50%). Низкие запасы ресурсов служат мощным стабилизирующим фактором, который удерживает траекторию развития ресурсопользования в непосредственной близости от равновесного пути. Выше мы рассмотрели богатую кризисными явлениями историю Черноземья России, где земледелие основывалось на богатейших почвах, а животноводство - на высокопродуктивных луговых степях. Но на севере, в Новгородской губернии в это же время, с использованием тех же технологий, развитие ресурсопользования происходило совсем по-другому. Бедные подзолистые почвы этого региона, содержащие мало питательных веществ, не могли долгое время выдерживать истощающей эксплуатации. Земледелец, экономивший на внесении удобрений, буквально через несколько лет наказывался падением урожайности, и короткая кризисная траектория быстро возвращалась к равновесию. Поэтому развитие земледелия и животноводства в Новгородской губернии с 1780 по 1913 г., сопровождавшееся двукратным увеличением сборов сельскохозяйственной продукции, происходило практически по равновесному пути (рис. 49). Быстрая и решительная реакция природы на любую попытку кризисного высокоэффективного хозяйствования привела к формированию разных культурных правил и традиций, ослаблявших потребительские приоритеты общества, слишком опасные в таких суровых условиях (Неурожай..., 1892; Покровский, 1924; Ленин, 1941).

Аналогичных примеров можно привести довольно много. Небольшие запасы ресурсов стали причиной устойчивого развития животноводства в Египте, земледелия в Голландии, Абхазии и др., где увеличение объемов ресурсопользования сопровождалось необходимым расширением регенерационных вложений. Ресурсный дефицит не останавливает материальную эволюцию общества. Он лишь заставляет человека развивать ресурсопользование по равновесному пути. Богатая ресурсами система, как автомобиль без мощных тормозов, может не вписаться в крутой поворот и рискует закончить прохождение кризисного виража катастрофой.

Интересно отметить, что эта закономерность проявляется не только в сфере экологических кризисов. Есть мнение (Котляков, Грицай, 1993), что именно благодаря огромным запасам сырья, в первую очередь нефти, СССР долгое время мог двигаться по известному пути, который и привел к современным потрясениям.

КАК НАСЧЕТ УПРАВЛЕНИЯ КРИЗИСОМ?

Как мы убедились, кризисная траектория слабее и медленнее реагирует на истощение ресурсов, чем на социальные и демографические факторы. Такой расклад сил приводит к тому, что у современного общества кризисное направление развития, движение в сторону от равновесия, оказывается чаще всего приоритетным. При этом наша возможность прогнозировать процесс углубления кризиса, иногда очень быстрый и резкий, и,

следовательно, оперативно управлять его течением оказывается довольно ограниченной. Мы не можем более или менее точно предсказывать и регулировать демографическую динамику, колебания рыночной конъюнктуры, социальные революции, внешнеполитические конфликты и др., т.е. изменения тех факторов, которые способны в любой момент кардинально повлиять на ход экологического кризиса. При такой высокой чувствительности системы общество-природа к внешним дестабилизирующим воздействиям широко пропагандируемый путь "устойчивого развития" оказывается крайне неустойчивым. Любой из перечисленных выше процессов рано или поздно приведет к нарушению равновесия и подтолкнет человечество навстречу соблазнам очередного кризисного виража. По-видимому, такая ситуация связана не с преходящей недостаточностью наших знаний и возможностей, а с фундаментальными законами поведения сложных неравновесных объектов. "Системами, в которых такие неконтролируемые флуктуации могут усиливаться и играть решающую роль, мы не можем управлять по своему усмотрению" (Пригожин, Стенгерс, 1994, с. 69).

Однако возможно влиять на развитие кризиса все-таки есть. Задача состоит в том, чтобы активизировать механизмы саморегулирования, связанные с истощением ресурсов, не пытаясь "рулить" самим. Для этого необходимо ослабить отклик системы на дестабилизирующие социально-экономические факторы и, наоборот, искусственно повысить ее реакцию на процессы истощения ресурсов. Их дефицит должен ощущаться намного раньше и усиливаться гораздо быстрее, чем это происходит в действительности при фактических темпах деградации ресурсной базы. Сделать это можно с помощью многих конкретных средств — налогов, рентных ставок, законов, пропаганды через средства массовой информации и др. Лишь трансформировав таким образом условия ресурсопользования, мы получим реальный механизм, который способен более или менее эффективно удерживать траекторию на пути устойчивого развития. Вопрос же о том, сможет ли он стабилизировать ситуацию при всех обстоятельствах и справиться с любыми грядущими социально-экономическими катаклизмами, вряд ли имеет научный ответ. "Наука как таковая не претендует на пророческое видение: она лишь конструирует возможные варианты будущего, дать же обоснование светлому финалу истории она не в состоянии" (Мень, 1992).

РЕЗЮМЕ

1. Дальнейшее исследование кризисных процессов, происходящих в системе общество-природа, добавляет новые ракурсы в понимание проблемы. Еще более очевидным становится, что основной фактор, непрерывно провоцирующий в наши дни создание кризисных ситуаций, — неуправляемый рост населения. Связанное с ним увеличение потребности во все новых и новых ресурсах определяет как включение программы движения по кризисной траектории, так и выход из нее. Благоприятный или неблагоприятный исход мало зависит от начальных условий, от бедности или богатства населения, от изобилия ресурсов. Он определяется "гонкой траекторий", соревнованием процессов роста потребления и падения эффективности ресурсопользования. При умеренном росте населения и готовности потребителей затянуть пояса ради сохранения ресурсного равновесия рост благосостояния подводит систему к порогу, за которым демографический взрыв ослабевает. Наличие отрицательной обратной связи между доходами и рождаемостью дает шанс стабилизировать положение. Если эта возможность упущена, система с неумолимостью движется к катастрофе.

2. Прохождение кризиса в системе общество-природа направляется действием двух групп сил. Ряд социально-экономических воздействий, таких как рост населения, рост индивидуальных потребностей, рыночная конкуренция, события политической жизни, дестабилизируют систему, нарушая равновесное потребление ресурсов. К ним присоединяются стихийные бедствия - наводнения, землетрясения и др. Дестабилизаторы во многих случаях включают обратную связь положительного знака, которая усиливает процесс удаления от равновесной траектории и затрудняет возвращение к ней.

Этим тенденциям противостоит один мощный фактор - истощение природных ресурсов. На нем замыкается отрицательная обратная связь, которая действует как натянутый повод на коня, не давая разнести повозку, и направляет к выходу из кризиса. Здесь несомненна аналогия с биологической эволюцией, в ходе которой функцию стабилизатора, инертного начала инь, выполняет абиотическая среда, а организмы играют роль нарушителя равновесия, активного начала ян.

3. В системе общество-природа человеку предназначена функция активного элемента системы, но пока развитие системы в целом больше напоминает стихийное движение. Нет оснований считать, что в лице общества современная система приобрела блок управления, что программа эволюции задается человеческим сознанием и волей. Во власти людей лишь усилить, когда требуется, действие сложившихся без их участия механизмов стабилизации системы или ослабить разрушительные влияния. Возможности контроля в кризисных ситуациях постепенно увеличиваются, хотя и не в той пропорции, как хотелось бы.

4. Развитие ресурсосберегающих технологий и переход на новые виды сырья влияет на протекание кризиса, но в меньшей степени, чем принято думать. Эти меры помогают выиграть время, смягчить удар, лучше осознать опасность, но предотвратить кризис, обеспечить "устойчивое развитие" с их помощью невозможно.

5. В благоприятных условиях экологический кризис играет важную положительную роль в эволюции системы природа-общество. Неоплаченный "кредит", взятый у природы, приводит к разбалансированию системы. Но именно он в течение некоторого времени позволяет предпринять рывок в экономике, повысить благосостояние общества и накопить средства для восстановления природных ресурсов.

6. В эволюции системы общество-природа, как и в рассмотренных ранее случаях, важнейшую роль играют пороги, точки смены программ. В движении по кризисной траектории система проходит ряд критических точек. Это точка максимального равновесного потребления Аeqmax перешагивая через которую система вступает в

зону кризисного развития. Далее - точка максимального кризисного потребления A_{crmax} , максимального ресурсопользования R_{max} и точка, после которой кризисное потребление становится меньше равновесного ($A_{eq} = A_{cr}$). Переход через каждый из этих моментов уменьшает возможности выбора пути, выводящего из кризиса, оставляет обществу все более узкий коридор возможностей и все менее благоприятные варианты. С переходом за четвертое критическое состояние использование природных ресурсов становится убыточным. Единственной реальностью остается траектория разорения системы, если только соседние регионы не возьмут ее на свое иждивение.

В отличие от систем более низкой организации прохождение порогов означает для общества не императив, не беспелляционную немедленную смену программ, а лишь мягкое предупреждение. Каждая критическая точка - это увеличение платы за беспечность, увеличение резкости будущего поворота траектории, соответственно резкости переключения на новую программу, когда человек соизволит, наконец, вернуть природе долг. Несмотря на необычную для нас форму - кризиса-предупреждения - переходы через критические точки следует считать микрокризисами, вмонтированными в программу более длительного кризисного развития.

7. Наблюдения показывают, что бдительность людей, использующих природу, или, другими словами, чувствительность системы к прохождению критических точек, зависит от богатства природных кладовых. Чем щедрее природа делится своими ресурсами с человеком, тем менее внимателен он к сигналам нарушения равновесия, тем более глубокое падение готовит себе. В определенном смысле кризисы во взаимоотношениях с природой — порождение изобилия.

8. На определенном этапе экологический кризис имеет тенденцию сам себя усиливать. Это происходит вследствие того, что перерасходование ресурсов с некоторого момента становится причиной уменьшения восстановительной способности природы. Тогда потребление перестает обеспечиваться даже на прежнем уровне, значит, усиливается необходимость все большего давления на природные компоненты системы, восстановительная способность еще больше падает и т.д. Включается механизм обратной связи. Если не принять экстраординарных мер, он приводит систему к разрушению, например, к опустыниванию аридных территорий.

9. Высокое совершенство механизмов саморегуляции природы позволяет ей не сразу реагировать на разрушительные воздействия человека, а с некоторой задержкой. Интервал задержки для черноземных районов России имеет порядок десяти лет. Если при этом социальный компонент системы достаточно оперативно реагирует на нарушение равновесия, то возникает отрицательная обратная связь с инерционным элементом в контуре. Согласно принципам системологии, такой механизм ведет к возникновению автоколебаний. Изучение статистических данных подтверждает это правило: кризисные отклонения в сельском хозяйстве Черноземья имеют периодический, хотя и не строго регулярный характер.

10. Проведенное исследование кризисов системы природа-общество основано на сопоставлении различных вариантов регионального развития, где реализуются различные схемы экологических кризисов. Выявленные закономерности позволяют с известной осторожностью экстраполировать выводы и на глобальный масштаб явлений. Главной поправкой при этом следует считать закрытость системы "Земля". Если на региональном уровне в самом худшем случае остается резерв: переложить часть нагрузки на соседние, менее пострадавшие районы, мирным или военным путем переправить население из зоны бедствия, взять денежный заем и пр., то для планеты в целом эта перспектива пока закрыта и едва ли станет реальностью в обозримом будущем. Такое положение заставляет стратегов глобального развития ориентироваться на поиски других решений.

11. Эффективность ресурсопользования зависит от набора используемых ресурсов, от демографической обстановки, от научно-технических достижений человечества. Но пока увеличивается потребление предоставленных нам нашей планетой богатств, величина эффективности с большей или меньшей скоростью, с задержками или непрерывно, неуклонно ползет вниз. Рано или поздно деятельность людей должна стать убыточной. Научно-техническому прогрессу в его теперешнем понимании, как экстенсивному росту материальной базы общества, ставится принципиальное ограничение. Здесь единственной альтернативой всеобщему кризису может быть лишь кардинальное изменение программ социального развития, переход к развитию без расширения ресурсной базы.

12. В той степени, в какой выбор кризисной траектории подвластен человеку, решающим фактором становится дальновидность при принятии ответственных решений. По этому критерию можно выделить три ступени.

а. Краткосрочная мудрость лиц, принимающих решение, направляет общество по пути получения максимальных доходов в ближайшие годы. При этом возрастает риск утраты возможностей безболезненного выхода из кризиса в следующих десятилетиях.

б. Среднесрочная мудрость учитывает эту опасность и направляет часть полученных средств на предотвращение деградации природы еще до того, как кризисные явления начинают проявляться в снижении объемов потребления.

в. Долгосрочная мудрость предвидит также неизбежный предел снижения эффективности ресурсопользования и принимает меры по переориентации общества с безграничного роста потребления материальных благ на иные пути развития.

При решении проблемы глобального кризиса важнейшим рычагом предотвращения катастрофических вариантов его развития становится смена потребительских приоритетов в системе общественных ценностей на гуманитарные. Цель будет достигнута при условии, что в бой будут брошены все средства массовой коммуникации, искусство, общественное мнение, педагогика, авторитет церкви, общественных организаций и

власти, наука, этика и мораль.

Анатомия кризисов/ А.Д. Арманд, Д.И. Люри, В.В. Жерихин и др. - М.: Наука, 1999. - 238 с.

Глава X. СОВРЕМЕННЫЙ КРИЗИС ЦИВИЛИЗАЦИИ

"Люди зашли в тупик, но молния осветит их путь и гром разбудит спящих"

Из книги "Зов"

Эта последняя из описательных глав монографии посвящена самой актуальной из рассматриваемых здесь проблем- проблеме глобального кризиса, современниками и соавторами которого довелось стать и нам. По существу, все сказанное раньше было направлено к тому, чтобы лучше понять, что происходит с человеческим сообществом сегодня. Углубление в историю Геосферы оказалось необходимым потому, что закономерности переходных состояний истории "изнутри"* неизбежно представляются в искаженном свете, в свете сиюминутных интересов участников игры. Мы постарались подойти к решению проблемы кризиса цивилизации в нашем столетии, нагрузившись предварительно представлениями о кризисах прошлого человеческого общества и кризисах дочеловеческой истории Земли, и даже кризисов доземных.

Объектом, рассматриваемым в этой главе, становится географическая оболочка Земли в целом с ее наиболее активным элементом — человеческим обществом, с ее биологическими и абиотическими компонентами, уступающими нам в отношении сознания, но тоже активными. При всей необозримой сложности этого объекта он тем не менее должен подчиняться общим закономерностям эволюционирующих систем. Если так, то мы можем надеяться узнать что-то полезное о современном кризисе, взглянув на него из глубины прошедших эпох. Сейчас судьба каждого жителя планеты зависит от того, чем закончится нынешний переходный период в жизни Земли. Трудность, однако, в том, что кризис, который мы пытаемся изучать, еще не прошел даже своей кульминационной точки. Близкое прошлое не осознано большинством людей как преддверие всеобщих радикальных перемен, не осмыслено историками и не вошло в энциклопедии. Для получения обобщений приходится использовать "горячий" материал, поступающий не столько из справочников, сколько из газет и общений радио, искать объяснения в аналогиях исторического прошлого и в общих закономерностях эволюционного процесса. Очевидно, анализ еще не совершившегося кризиса не может быть исчерпывающим, непротиворечивым, отвечающим критериям совершенной научной строгости. Тем не менее актуальность темы заставляет обращаться к ней в поисках ответа на основной вопрос наших современников: как жить дальше? Настоящая глава монографии представляет собой попытку такого анализа.

КРИЗИС XX ВЕКА

Крупнейшей или одной из крупнейших проблем нашей эпохи считают приближение глобального экологического кризиса. Достаточно обоснованно мнение, что кризис уже наступил. Нагрузка на природу превысила уровень, при котором экосистемы еще сохраняют способность к самовосстановлению (Горшков, 1990). Процесс обмена веществ в геосфере стал некомпенсированным, незамкнутым. Однако при более широком взгляде на современность становится очевидным, что на пороге непредсказуемых перемен находится не только природная среда, но и ряд других подсистем нашей цивилизации. Невозможность дальнейшего развития в прежнем направлении наиболее очевидна в отношении следующих подразделений социальной системы.

1. Демографическая подсистема. Одного взгляда на гиперболическую кривую роста численности населения Земли (рис. 50) достаточно для того, чтобы увидеть, что больше так продолжаться не может. Простая математическая экстраполяция утверждает: при сохранении нынешней тенденции примерно к 2025 г. численность людей на Земле станет равной бесконечности. По оценкам экологов (Горшков В.Г., 1990; Горшков С.П., 1989), количество землян уже сейчас превысило допустимый (не разрушающий природную среду) уровень в 3-5 раз.
2. Угрожающе падают показатели здоровья людей. Наиболее тревожно положение с генетическими заболеваниями. Десять процентов населения России страдают от врожденных отклонений от нормы (Население..., 1993). При современных темпах роста заболеваемости эта доля скоро достигнет критического уровня, за которым станет неотвратимым вырождение человеческой популяции. К этому добавляется "соревнование" за первое место по заболеваемости и смертности между сердечно-сосудистыми заболеваниями, алкоголизмом и наркоманией, раком, СПИДом, психическими заболеваниями.
3. Беспрецедентный рост техники и развитие технологий в век научно-технической революции могут считаться основными виновниками деградации природной среды, массовых убийств в военных и мирных условиях, подготовленных людьми катастроф и т.д. Технологические достижения привели в конечном счете к росту населения, росту болезней, гонке вооружений, безудержному разрастанию городов, к усилению контрастов между бедными и богатыми странами, бедными и богатыми слоями населения. Современной технике мы обязаны тем, что войны стали мировыми и угрожают существованию человечества и всего живого на Земле.
4. Усиление межнациональной и религиозной вражды усиливает социальную и политическую нестабильность в большинстве регионов мира. Все это угрожает массовыми миграциями людей и ведет к дальнейшему усилению напряженности, к развязыванию новых войн.
5. Снижение уровня нравственности, деградация духовной культуры имеют следствием потерю людьми способности к нормальному взаимодействию, к сотрудничеству. Кино, театр, эстрада, литература, живопись,

музыка все слабее выполняют смягчающую, сдерживающую, объединяющую и облагораживающую функцию в отношениях между членами общества. Наоборот, задачей служителей искусства, как будто становится пробуждение низких животных инстинктов: агрессии, увлечения порнографией, эгоистической вседозволенности. Результат такого воспитания немедленно выплескивается в жизнь в многочисленных формах насилия на бытовом, групповом, государственном, международном уровнях.

Уже этого неполного перечня самых острых глобальных проблем достаточно для того, чтобы с уверенностью утверждать: дальше так развиваться нельзя, земное сообщество вступило в период глобального кризиса цивилизации. Из сказанного следует, что мы стоим перед неизбежностью радикальной смены ориентиров. История свидетельствует, что человечество многократно переживало периоды коренной перестройки культуры, подчас кончавшиеся распадом этнических социальных систем. Переход между XX и XXI вв. отличается от этих событий прошлого но крайней мере двумя особенностями: глобальным характером кризиса и совмещением во времени целого букета критических фаз, переживаемых отдельными подсистемами культуры.

БУКЕТ КРИЗИСОВ

Согласно представлениям крупнейшего социолога нашего времени Питирима Сорокина, человеческая культура складывается из ряда относительно автономных подсистем. Он относит к ним религию, философию, искусство управления государством, экономику, бизнес, язык (литературу), науку, изящные искусства, этику, право и экономику. К этому перечню можно добавить технологические знания, материализованные в машинах и технических сооружениях, экологию, эволюцию городов, физическое и психическое здоровье населения, а также индустрию отдыха и развлечений. Часть из них возникла, по-видимому, вместе с появлением человека (религия), другие - такие как литература, экономика, бизнес, а особенно экология, возникли позднее. Все эти отрасли человеческой деятельности постоянно испытывают колебания, выражающиеся, в частности, в увеличении и уменьшении числа людей, занятых в соответствующей области, в их талантливости и активности. Скрупулезное изучение этих волн дало основание П. Сорокину (Sorokin, 1939-1941) считать их естественным режимом существования культуры. Хронологический анализ ритмов обнаружил разные степени взаимозависимости отраслей культуры, от жесткой синхронности до малозаметной корреляции. В наши дни, похоже, критическая фаза наступает по многим направлениям одновременно, концентрированным ударом.

В современном кризисе лидирует, несомненно, группа развитых стран, прежде всего Западной Европы и Северной Америки. Если попытаться проследить тенденции развития культуры духовной и материальной в этих странах, то почти во всех отраслях человеческой деятельности можно обнаружить проблемы и затруднения, имеющие глубокие последствия для всей жизни общества. Нередко эти затруднения не имеют рационального способа разрешения в рамках существующих подходов, выглядят как траектории, ведущие в тупик. Приведем набор таких трудностей, не претендующий, впрочем, на полноту.

Технология. Мы уже упоминали о последствиях гипертрофированной технизации современного общества. Многие результаты развития техники не сразу проявляют себя, например, в ухудшении состояния природной среды, в снижении уровня здоровья населения, в росте человеческой популяции (результат успехов медицинской технологии). Но есть и показатели практически мгновенного действия техники на наше существование. По данным Всемирной Организации здравоохранения, технический прогресс обходится нам сейчас в 4 жертвы техногенных катастроф ежегодно на каждые 10 000 жителей. Несмертельных травм фиксируется на порядок больше, а косвенный ущерб просто не поддается учету (Арманд, 1993).

Экономика, по традиции включающая сельское хозяйство, промышленность и энергетику. В гл. У1П показано, что продуктивность сельскохозяйственного производства находится в отношениях дополнительности с его эффективностью. Чем больше мы снимаем продукции с гектара земли, тем дороже эта продукция. На некотором уровне затраты и прибыль сравниваются, дальнейшая интенсификация производства становится нерентабельной. В условиях роста населения Земли и практического исчерпания резервов пахотопригодной земли указанная закономерность ставит естественный предел производству природных продуктов питания. Аналогичное соотношение связывает эффективность промышленности с экологической чистотой производства. Иначе говоря, полная очистка заводских выбросов, полная рекультивация нарушенных горными выработками земель невозможны из-за бесконечно высокой стоимости очистки и рекультивации. Промышленность всегда будет продолжать разрушать природную среду в той степени, которая определена необходимостью получения хотя бы минимальной прибыли. Примерно в таком же положении находится энергетика: в целом более безопасные для природы и здоровья людей источники энергии оказываются и более дорогостоящими. В настоящее время резерв повышения безвредности промышленного производства еще не исчерпан, но экспонента развития индустрии в считанные десятилетия пройдет этот путь и все равно будет и дальше отравляться среда жизни на Земле. Сказанное показывает, что решение экологических проблем на пути наращивания индустрии не имеет перспектив, хотя обратное мнение все еще пользуется популярностью (Кондратьев К.Я., 1993).

Еще одна проблема, связанная с бурным ростом экономики, состоит в усилении социального неравенства между богатыми и бедными слоями населения, богатыми и бедными странами. Закон развития диссипативных структур (см. гл. X, с. 210-213) диктует владельцам собственности поведение, исключающее достижение равенства ненасильственными средствами. Нарастание напряженности на границах между современными цивилизациями и на границах социальных угрожает военными и революционными взрывами (Бидхем, 1993). Политика. Нестабильность современной политической обстановки в мире очевидна. Одновременно в десятке районов идут или недавно шли локальные войны, все материка, кроме Австралии и Антарктиды, несут на себе

очаги напряженного противостояния (Корея, Южная Африка, Ближний Восток) или "мерцающих" военных или гражданских столкновений (Индия — Пакистан, Канада, США, Центральная Америка, Балканы, Кавказ и др.). Закономерность усиления и ослабления политической напряженности в глобальном масштабе трудно сформулировать, однако для отдельных цивилизаций, согласно П. Сорокину, повышение нестабильности наблюдается на переломе эпох, предвещая смену общественных ценностей.

Философия и религия. Кризис в идеологической сфере отчетливо обнаружился в момент крушения философии мирового пролетариата. Прагматика рынка победила в противостоянии идеологий, но не вследствие своей логической стройности, широты, соответствия истине, а благодаря соответствию сиюминутным требованиям жизни. С обрушением свода, державшегося на двух мировоззренческих столбах: социализм и капитализм, выплыли на поверхность сотни идеологических и религиозных течений, каждое из которых в борьбе за утверждение своей самостоятельности "уничтожает" все другие, следуя убеждению: не может быть двух носителей истины. Деляческий ветер критического реализма, начиная с Реформации, подтачивает основы христианской философии, как, впрочем, и других мировых религий. Борются между собой, с наукой, с религиозным фундаментализмом бесчисленные секты и учения новоиспеченных "пророков" и "мессий". Позитивизм современной науки тоже не чувствует себя уверенно в лоне диалектического материализма. Наука ищет опору то в логическом позитивизме, то в витализме, порой просто в мистике. Это можно было бы считать нормальным процессом поиска истины. Но то и дело идеология становится орудием политики и, подкрепленная националистическими и местническими склоками, ведет к дестабилизации и кровопролитию. За примерами недалеко ходить: Карабах, Ольстер, Палестина, Джамму и Кашмир, Таджикистан, Кавказ. Очевидно, победившая идеология капитала ничего, кроме философии "свободы", то есть развязанных рук, предложить не может. Дальнейшее движение в этом направлении не обещает стабилизации мирового сообщества. Идеологический вакуум в России, бессистемно заполняющийся чем придется, свидетельствует, по-видимому, о бесплодии материалистического фундамента.

Право. В последние десятилетия юриспруденция в мировом масштабе столкнулась с серией трудных проблем. По большей части они не представляются неразрешимыми, но, чтобы решения не выглядели произвольными, требуется серьезный пересмотр научной и религиозно-идеологической базы. Так, мир расколот на две части, одна из которых считает применение смертной казни совместимым с общечеловеческой моралью, другая - нет. В развитых странах идут ожесточенные споры, подогреваемые различными религиозными установками, о допустимости планирования семьи и досрочного прерывания беременности. Блюстители законности постоянно становятся в тупик при определении момента юридической смерти, после которой человека (труп) можно использовать как бесплатного донора по пересадке органов. Неясны отношения собственности и родительских прав в случае искусственного осеменения и имплантации зародышей в женский организм, клонирования людей. Неясны также состав и мера преступления в явлениях психологического подчинения людей чужой воле, психотеррора, зомбирования, смерти человека в результате внушения и др.

Искусство. Современные изящные искусства, так же как литература, отличаются полифоничностью, разнобоем, отсутствием единого настроения или целенаправленности. Главным ориентиром, по которому выбирают курс художники, писатели, музыканты и пр., служит, очевидно, общественный и коммерческий успех, завоевание публики. Искусство потеряло свою гордую самостоятельность. идею служения Красоте и Божественному началу и попало под власть толпы, в массе не отличающейся высоким вкусом. Средства массовой информации сделали искусство ширпотребом. Можно наблюдать отчаянную борьбу классической музыки Баха и Моцарта против оглуляющего тяжелого рока; реализма и импрессионизма в живописи против модернизма; драматургии Шекспира и Мольера против театра абсурда; кинематографа Чаплина и Эйзенштейна против боевиков и порнофильмов и т.д. Само по себе это совмещение крайностей свидетельствует о том, что искусство стоит на распутье перед выработкой критериев, новых формул ответственности. Неустойчивость, переходный характер современного искусства следует уже из того, что оно с одинаковой легкостью обслуживает как самые возвышенные идеалы общества, так и наиболее низменные инстинкты. постоянно возбуждая и усиливая их. Можно думать, что хаотическое состояние этой сферы человеческой культуры, засилье бездуховности, упор на внешние эффекты наиболее ярко отражают кризисное, переломное состояние нашей цивилизации.

Этика. Производными от всех этих общественных неурядиц, по-видимому, являются нормы социального поведения людей, нормы нравственности. При всем различии в поведении людей в периоды возбуждения и успокоения в разных странах и разных слоях общества наблюдатели в целом едины в своих оценках: уровень нравственности, скорее, снижается, чем повышается. Стало общим местом, что ценность человеческой жизни даже в мирное время упала как никогда низко. Если же начинаются военные действия, то человек рассматривается просто как одно из средств, практически бесплатных, достижения перевеса над армией противника. В последнем, впрочем, наше время не отличается от всей предшествующей истории. Но такие эксцессы, как проявление национального террора в благопристойной Германии или потасовки футбольных болельщиков в чопорной Британии, свидетельствуют о нравственном нездоровье в самом сердце старушки-Европы.

В коротком разделе можно было лишь скупыми штрихами наметить картину комплексного кризиса, поразившего сразу ряд областей культуры современного мирового сообщества, и прежде всего клуба развитых стран. Мы не имеем оснований утверждать, что все частные кризисы наступают строго одновременно. Скорее всего, здесь осуществляется второй тип зависимости по П.Сорокину: группа лидирующих отраслей деятельности теряет равновесие и вовлекает за собой в падение другие ветви культуры.

Комплекс проблем, вставших перед человечеством почти одновременно в наши дни, вовсе не означает, что на Земле все плохо. Среди направлений общественной деятельности немало таких, которые заслуживают восхищения, поощрения и сохранения в веках накопленного опыта. Технический прогресс, например, дал невиданные возможности для развития научных исследований на Земле и в космосе, позволил сделать массовым народное образование, резко продлил средний срок жизни людей, усилил с помощью компьютеров мыслительные возможности человеческого мозга. Появились новые виды искусства, такие как кино, цветомузыка, компьютерная живопись, огромные возможности получила строительная индустрия. Все это, несомненно, непреходящие ценности, однако их использование не во вред, а во благо людей само по себе составляет крупнейшую проблему современности.

ГЛОБАЛЬНЫЙ КРИЗИС

Еще одной особенностью современного кризиса человеческой цивилизации является его географическая общезначимость, глобальный характер.

Превращение человечества в единую мировую систему подтверждается тем, что крупные экономические и военно-политические потрясения в наши дни так или иначе затрагивают большинство живущих на Земле народов. Достаточно вспомнить две прошедшие мировые войны и угрозу третьей с ее "ядерной зимой". Другой пример - нефтяной кризис 70-х годов. Иначе и не могло быть, если принять во внимание, какими энергетическими возможностями и технологическими знаниями вдруг овладели люди к концу второго тысячелетия нашей эры. Неслыханно расширились возможности обмена товарами, возможности географического разделения труда, перемещения огромных объемов сырья и товаров по всей Земле. Потребности экономики обслуживаются параллельным развитием техники транспорта и связи по морю, по воздуху, по суше, с помощью кабелей, радио, через спутники. Современные коммуникации позволяют организовать оперативный обмен коммерческой, образовательной, военной и шпионской информацией, управлять движением массы товаров, устраивать научные совещания, участвовать в массовых шоу и конкурсах, не выходя из своего дома или кабинета. Что еще важнее, техника бесконечно "удлинила руки" всем, кому дано управлять поведением людских масс, например военачальникам. За считанные часы перебрасываются в любой конец света крупные воинские формирования, а для нанесения ракетного удара достаточно даже нескольких минут. Очевидно, избыток таких возможностей не мог не привести к бурному формированию межконтинентальных военно-политических союзов и транснациональных компаний. Таким образом, суверенитет государств в политической и экономической области все больше ограничивается в пользу наднациональных образований. Естественной реакцией на это служат вспышки национализма и сепаратизма. Создается, однако, впечатление, что на протяжении письменной истории народов Земли тенденция к объединению низших единиц социума, консорциев, в конвиксии и далее в субэтноты, этноты, суперэтноты до всечеловеческой общности (Гумилев, 1993а) преобладает над обратной, хотя это и трудно строго обосновать. Вероятно, впервые в истории возникают союзы и организации, в рамках которых государства, пройдя долгий путь соперничества и войн, добровольно отдают часть своих функций органам более высокого уровня. На региональном уровне примером такого объединения служит Европейское экономическое сообщество, на мировом - Организация Объединенных Наций и Совет Безопасности. Взаимозависимость частей возрастает, земной шар как бы уменьшается. Только при этих условиях цивилизация западного типа смогла распространить свое влияние практически на всю пригодную для жизни сушу.

С другой стороны, рост технических средств коммуникации шел параллельно с увеличением плотности населения. После колонизации Нового Света, Австралии, Сибири земной круг замкнулся. Для расселения людей остались лишь непомерно дорогие варианты освоения морских шельфов, побережий Северного Ледовитого океана, пустынь и ближнего Космоса. В итоге закрылась возможность разрешения локальных кризисов - экологических, политических, межнациональных - традиционным экстенсивным методом, путем "исхода". Не имея географических "отдушин", государства вынуждены все более согласовывать свои действия с интересами соседей. Или все более резко конфликтовать с ними.

Даже простое повышение мощности антропогенных воздействий на природу усиливает взаимосвязи в мировом сообществе. Природные каналы связи - реки, Мировой океан, тропосфера, озоносфера, электромагнитное поле Земли - все больше разносят по миру сигналы о неблагополучии в отдельных районах. За несколько суток обожали земной шар радиоактивные дожди после испытаний китайской атомной бомбы в Тибете. Сернокислые атмосферные осадки, разливы нефти в океане не останавливаются перед государственными границами. Напряжение общеземных механизмов, таких как регуляторы глобального круговорота углерода и азота, теплообмена Земли с Космосом, вместе с другими факторами вносят свой вклад в увеличение жесткости внутренних связей в системе "Биосфера".

Сказанное поясняет, почему в современных условиях кризис не может замкнуться в отдельном регионе, охватив лишь часть стран и народов и не затрагивая других. Ни политическая изоляция типа советского "железного занавеса", ни экономическое процветание сверхдержав не избавляют народы от общих бед. В этих условиях неизбежно должно было возникнуть понятие "глобальные проблемы", куда относят отравление атмосферы, вод и суши промышленными отходами, перенаселенность Земли, недостаток продуктов питания, истощение невозобновимых ресурсов и подрыв воспроизводства возобновимых, обезлесение и опустынивание материков, угроза истребительных войн, углубление противоречий Севера и Юга - богатых и бедных стран, и ряд других. Усиление связей горизонтальных, географических, подкрепляется усилением "вертикальных" связей. Под этим мы понимаем взаимодействие между различными направлениями человеческой деятельности: между отраслями

промышленного и сельскохозяйственного производства, между материальной и духовной сферами жизни, а также между обществом и природной средой. В последнем случае, казалось бы, взаимоотношения развиваются в двух противоположных направлениях. С одной стороны, прогресс науки и техники снижает зависимость каждого отдельного человека от капризов климата, плодородия почвы, природных опасностей. Однако процесс сопровождается обратными смещениями. Усиливается зависимость человека от бесчисленных технических "подпорок" — средств транспорта, строительной индустрии, агротехники, энергетики, производства предметов быта и т.п. Биологическая жизнь индивида, вопреки идеалу "свободы личности", становится все более зависимой от общества в целом. А общество, в свою очередь, нуждается все в больших количествах забираемой у природы энергии, сырья для пищевой и других отраслей легкой промышленности, для тяжелой индустрии, для войн, наконец. Таким образом, на уровне отраслей промышленности, фирм, государств зависимость человечества от содержания "кладовых" и "мастерских" природы не только не уменьшается, но растет быстрыми темпами.

Усиление жесткости вертикальных связей в системе общество-природа приводит к смене ролей. Человечество из относительно безвредного потребителя природных богатств все больше превращается в силу, способную направлять ход развития всего живого и неживого вещества Геосферы (Вернадский, 1991). От живых организмов к обществу переходит функция управляющего блока системы. Краткосрочные и долгосрочные, направленные и циклические изменения ландшафтов все меньше направляются генетическими программами, запечатанными в хромосомах растений, все больше программами, возникшими в человеческом мозгу, иногда — перенесенными на бумагу, иногда — прямо в окружающую действительность. В свою очередь Природа из поставщика бесплатных благ становится все более активным регулятором общего развития, партнером в совместной судьбе, в борьбе за выживание. Возникают многочисленные петли обратной связи, осуществляющие саморегулирование единой природно-социальной системы.

Таким образом, крупнейшие преобразования в геосферной системе, прежде всего усиление горизонтальных и вертикальных связей, перераспределение функций, превращение ее из "рыхлой" в "жесткую" систему-предшественники и спутники наблюдаемых нами кризисных явлений. Согласно существующим теоретическим представлениям (Механизмы..., 1992), такая трансформация системы означает, что устойчивость ее все в меньшей степени обеспечивается "гашением" сигналов возмущения по типу вязкой жидкости и все в большей степени — механизмами саморегулирования. Если обратные связи в системе замыкаются на блоке, вырабатывающем решения, то основная ответственность за стабильность всей структуры ложится на него. В нашем случае управляющий блок состоит из многих лидеров общества в идеологической, экономической и политической сферах.

НАРУШЕНИЕ РАВНОВЕСИЯ

В поисках причин общего кризиса системы мы должны обратить внимание на неравномерность развития отдельных ее частей. Взрывной процесс развития науки и техники в период научно-технической революции (в грубом приближении — последние триста лет) оказался не обеспеченным соответствующим ускорением в других сферах жизни как внутри общества, так и вне его. Среди отставших оказались внешняя природа, превратившаяся в сырьевой блок системы, и внутренняя природа, биологическая основа человеческого организма. Они не смогли двигаться таким темпом, чтобы сохранить гармоничное взаимодействие частей. Система оказалась подобной профессиональному спортсмену, у которого блестяще развит опорно-двигательный аппарат, но хромает образование, запущены домашнее хозяйство, семья, огород.

Скорость биологической эволюции на 3-5 порядков ниже скорости эволюции общества (см. гл. VI). Добавим еще несколько фактов. Развитие промышленности маркируется количеством новых химических веществ, ежегодно пускаемых в рыночный оборот — около 1500 наименований (Яблоков, 1989), количеством новых технологий переработки природного сырья, новых типов транспортных, лесозаготовительных, землеройных, сельскохозяйственных механизмов (десятки, сотни в год). О скорости биологической эволюции может дать некоторое представление такой ряд величин: по данным палеонтологии, образование новых видов животных составляет в норме 1 вид за 100 лет, растений — 1 вид за 1000 лет. В экстремальных условиях достигается наивысшая скорость, когда вид (насекомого) отделяется от материнского за 7-19 поколений (Жерихин, 1987). Если принять эту скорость — весьма условно — за общебиологический предел, то обнаружится, что бактерии в течение года способны образовать несколько новых форм из одной исходной, насекомым потребуется на образование вида несколько лет, крупным млекопитающим — сотни лет, человеку — несколько сотен лет. После кризиса биосферы в меловом периоде, известного под названием эпохи вымирания динозавров, восстановление равновесия заняло 7 млн. лет (Расницын, 1988). Очевидно, что в соревновании с техническим прогрессом возможности живой природы несравненно меньше (кроме видов простейших). Свойства домашних животных и культурных растений меняются при целенаправленной селекции быстрее, чем в дикой природе. Тем не менее для получения новых пород кроликов, собак, лошадей, новых сортов пшеницы или тюльпанов требуется работа в течение многих лет.

Существуют другие, не эволюционные, механизмы изменчивости организмов, такие как физиологическая и двигательная регуляции, фенотипическая ненаследуемая адаптация. Но в отличие от эволюционных изменений, эти способы приспособления имеют ограниченный диапазон возможностей. Как только изменения среды превосходят порог адаптивности организма, эти механизмы оказываются бесполезными, растение или животное гибнет.

Последнее замечание полностью относится и к биологической природе людей. Она бессильна перед

чрезмерными нагрузками технического века. Люди не в состоянии долго выдерживать навязанный машинами скачущий ритм жизни, типичный для крупных городов, постоянные шоковые инциденты, поджидающие пассажиров общественного транспорта, работников крупных производственных предприятий, участников митингов и т.п. Человек никогда не приспособится к потоку ядовитых и просто балластных веществ, все больше наполняющих питьевую воду и воздух, которым мы дышим. А что говорить о бесчисленных механических, мутагенных, канцерогенных, шумовых воздействиях, о массированных атаках болезнетворных организмов! Очевидными свидетельствами того, что человеческая природа проигрывает в соревновании с техникой, могут служить накопление генетического груза (рост наследственных заболеваний), увеличение стрессовых отклонений от нормы, числа психосоматических заболеваний, прогрессирующая наркомания, преступность, самоубийства. Повышение смертности от рака и сердечно-сосудистых болезней также обычно связывают с техническим прогрессом.

Может выглядеть парадоксальным, но рост технической оснащенности человечества сопровождается повышением уязвимости людей к катастрофическим явлениям. Ущерб от одних только стихийных бедствий; наводнений, землетрясений, ураганов, утроился, по данным страховых компаний, за двадцатилетие 1969-1980 гг. За это время погибло 3 млн. человек и пострадало в той или иной степени 2 млрд., около 2/5 всего населения Земли. Это прямой результат скученности населения, главным образом развивающихся стран, на берегах морей, в долинах крупнейших рек при экономической и социальной неустойчивости. Больших "успехов" добилось общество и в "организации" катастроф, подготовленных и осуществленных, "с помощью" современной индустрии: взрывов на заводах, газопроводах и хранилищах боеприпасов, аварийных выбросов радиоактивных и химических отравляющих веществ, в транспортных происшествиях (Арманд, 1993). Юридически (и нравственно) допустимая норма риска в таких явлениях, принятая в США, составляет 1 жертву на миллион жителей. В принципе, существуют технические средства, правила поведения и нормы сооружения промышленных и военных объектов, позволяющие значительно снизить потери от рукотворных катастроф. Но природа человека, по-видимому, не готова к тому, чтобы в условиях экономической и военной конкуренции, пронизывающей нашу жизнь, отдать предпочтение мерам безопасности. Таким образом, идея "устойчивого развития" (Кондратьев Н.Д., 1993), ставшая по предложению премьер-министра Норвегии фру Брундтланд лозунгом конгресса в Рио-де-Жанейро в 1992 г., оказывается несостоятельной из-за рассогласования частей системы. Наша цивилизация, как тройка лошадей, куда незадачливый ямщик вместе с рысаком впряг двух неповоротливых тяжеловозов. При всем напряжении сил тяжеловозы (природа внешняя и природа внутренняя) не смогут угнаться за коренником (научно-техническим комплексом культуры). Ограниченные возможности биологических механизмов адаптации к противоестественной гонке уже исчерпаны, регулирующие экологические и физиологические системы одна за другой выходят из строя.

ОТСТАВАНИЕ ДУХА

Наибольший вклад в нарушение равновесия сделан, однако, отставанием не природных компонентов культуры, а ее духовной сферы. Как ни странно, идеальная сторона жизни людей, не связанная с инерцией, свойственной грубой материи, проявила в эволюции наиболее консервативные свойства.

По определению Н.К. Рериха, понятие культуры совмещает в себе этику, науку и искусство, олицетворяющие идеалы творческого взаимодействия людей, истины и красоты (Хеллен, 1993). В нашу эпоху наука, повенчанная с материальным производством, оказалась на коне и расцвела пышным цветом. Лет 10-20 назад рост числа людей, занятых в науке (не только ученых), шел так бурно, что при сохранении этой тенденции в начале будущего столетия все население Земли должно было бы заниматься только разработкой и обслуживанием научных проектов. Контингент так называемой "творческой" интеллигенции (искусство, литература) также возрос. За соблюдение норм нравственности издревле несли ответственность религия и религиозно-этические учения. При сопоставлении канонов даосизма, конфуцианства, буддизма, иудаизма, зороастризма, учения йогов, христианства, магометанства, теософии и других можно обнаружить поразительное совпадение нравственных императивов, изложенных в заветах Великих Учителей и Пророков. Иногда даже словесные формулы таких заповедей, как "не убий", "не укради", "не лжесвидетельствуй", "возлюби ближнего своего как самого себя" близки по форме. Все учения настаивают на необходимости работать над совершенствованием своей природы, причем идеалом совершенства является отказ от эгоизма, совершение добрых дел в отношении окружающих, особенно слабых и просящих. Даже ориентированное на классовую ненависть общество последователей марксистского атеизма осознало, пусть с большим запозданием, что без нравственных регуляторов не обойтись и в муках родило "Моральный кодекс строителя коммунизма". По формальным подсчетам, около 90% жителей Земли находится под идеологическим контролем тех или иных религий. Дело, однако, не в статистике, а в том, что с прогрессом научно-технического мышления духовные направления культуры стали все хуже выполнять функции регуляторов отношений между людьми. В борьбе с рациональной скептической наукой религии основательно порастеряли свою власть над умами. Под давлением расхожих представлений христианские пастыри - православные, католические, а особенно протестантские - вынуждены все в большей степени благословлять деловую активность, то есть конкурентную борьбу в экономической и политической сферах, накопление богатства.

Еще резче бросается в глаза отступление от высоких идеалов в современной литературе и искусстве.

Значительная часть, хотя, конечно, не все, служителей муз уступила требованиям закона конкуренции и пошла на поводу у массового потребителя. В интересах выживания и ради больших заработков масса "жрецов

красоты" продала свои таланты и перешла на обслуживание рекламы.

Отставание, расслабление нравственного блока социальной системы привело к тому, что человечество, овладев колоссальной энергией и совершенными технологиями, стало похоже на ребенка, которому дали поиграть с боевым оружием. При этом никто не позаботился внушить ему правила обращения с опасными игрушками. Он старательно вытаскивает чеку из гранаты и на замечание: "остановись, она взорвется", отвечает: "ничего, у меня еще одна есть". В результате каждая новая война становится все более разрушительной и уносит все больше жизней. Для грабежа, шантажа, насилия, преступного бизнеса применяются все более совершенные технические средства. Футурологи предсказывают, что в ближайшие годы в руках мафиозных групп окажутся атомные бомбы, которые в огромной степени расширят их возможности вымогательства и запугивания населения. Не секрет, что все новейшие достижения науки и технические изобретения наиболее внимательно рассматриваются военно-промышленным комплексом и тайной полицией. Если намечается что-то, сулящее особенно эффективный метод уничтожения людей и техники, шпионажа, диверсий, лишения людей собственной воли к действию или способности двигаться, то эти ведомства оказываются наиболее щедрыми покупателями разработок, технологий вместе с их творцами. Все это делается, естественно, "в интересах безопасности" мирных граждан.

Едва ли снижение эффективности нравственных механизмов случайно совпало в исторической перспективе с периодом экспоненциального развития индустрии. Здесь непросто проследить конкретные цепочки причинных связей от одного к другому, но зато очевидна заинтересованность делового мира в максимальном расчищении поля деятельности. Капиталистическая форма ведения хозяйства по своей природе антигуманна. Как правильно указывал К. Маркс, капиталист вынужден эксплуатировать наемных рабочих не потому, что у него скверный характер, а в силу законов рыночной конкуренции. В мире бизнеса сердобольные дельцы типа Саввы Морозова обречены на разорение. При этом деловые люди кровно заинтересованы не только в том, чтобы себе шить нравственную одежду попросторнее, но и у своих потребителей, сколько можно, вытеснить предрассудки, касающиеся порядочности, благопристойности, чести, стремления к духовному развитию, более доходными для бизнеса мыслями о материальных удовольствиях, о красивой жизни "не хуже других". Масса свободных от внутренних ограничителей, раскованных, умеренно образованных, но не слишком культурных потребителей материальных благ составляют идеальную среду для производителей материального и духовного ширпотреба. Среди скрытых педалей, на которые нажимает бизнес в целях замены духовной культуры низкопробными эрзацами, - поток пропаганды западного образа жизни через средства массовой информации. Быстрое ослабление тормозов - особенность эволюции этого евроамериканского стандарта.

Проблема перенаселения Геосферы также тесно связана с отставанием идеального начала, сознания, от реальности. Демографический взрыв в эпоху научно-технической революции объясняют обычно достижениями медицинской науки, фармакологии, медицинской техники, позволившими в короткий срок снизить смертность в человеческой популяции. Эти достижения оказались несогласованными с динамикой рождаемости. Последняя регулируется до сих пор народными традициями развивающихся стран, где большое количество детей в семье рассматривается как одна из основополагающих ценностей, как вопрос престижа и своеобразный страховой полис для родителей в старости. В том же направлении действуют предписания практически всех мировых религий, так или иначе поощряющих многосемейность и осуждающих меры регулирования семьи. Даже наиболее нейтральная в этом отношении буддистская религия косвенно, исповедуя закон кармы и переселения душ, высказывает свое негативное отношение к сокращению рождаемости, особенно путем искусственного прерывания беременности. Впрочем, и государственные власти в большинстве случаев выказывают заинтересованность в увеличении числа своих подданных. Это и понятно, так как число жителей - важнейший признак мощи государства. Не менее трети государств мира включили в свое законодательство поощрительные меры для увеличения рождаемости. Здесь местнические - на уровне правительства отдельной страны - интересы превалируют над интересами общечеловеческими.

Нарушение сбалансированного развития системы воспринимается людьми как увеличение дискомфорта, незащищенности жизни в широком понимании и в смысле личного благополучия. Ощущаются нестабильность, хаотичность бытия, бессилие перед наступлением непредсказуемых перемен. Обнаруживают себя явления, близкие к кризисным, не только в материальной, но и в духовной сфере развития. Постепенно нараставший духовный вакуум вдруг резко проявился, особенно в странах, исповедовавших атеистическую идеологию. Пустота привела к судорожным хаотическим поискам опоры в религиозно-философских учениях, мистических культах, парапсихологии, магии. Возрождаются старые и создаются новые вероучения, в которых трудно разобраться рядовому обывателю. Реакция на духовный сумбур проявляется, с одной стороны, в фанатизме, доходящем до массовых самоубийств, с другой стороны, в откровенном отбрасывании всяких нравственно-религиозных норм и ограничений.

В нарушениях равновесия, в рассогласованности частей природно-общественной системы, по-видимому, и заключается существо современного социально-экологического кризиса Геосферы.

РИТМ И ФАЗА

Рассогласованность между материальными и духовными крыльями человеческой культуры едва ли следует считать отличительным признаком нашей эпохи. Согласно представлениям Л.Н. Гумилева (1990а), изложенным кратко в гл. V, нормальный цикл развития этноса включает в себя фазы преобладания идеальных стимулов поведения людей во время пассионарного подъема и стимулов материального, накопительского характера на этапе надлома и инерции. В первом случае развитие сообщества определяется программами поведения

преимущественно пассионариев, людей, преследующих далекую, не связанную с корыстными интересами цель. Признаком умирания этноса служит преобладание субпассионариев, в программе которых записано: "Моя хата с краю". Это программа спокойной растительной жизни без высоких идеалов, без полета. В период расцвета этноса происходит "перегрев", пассионарии взаимно уничтожают друг друга и на авансцену выходят гармоничные личности с программами творческого поиска в области строительства, изобретательства, искусства иррациональной организации общества. Эти три типа программ четко соотносятся с тремя состояниями человеческой психики по древнеиндийскому делению: раджас - возбуждение, тамас - подавленность и саттва - равновесие. Просматривается также соответствие двум мировым началам ян и инь, на утверждении которых построено мировоззрение в традициях китайской философии. История дает нам образцы отклонений то в одну крайность, к мужскому началу ян, то в другую, к женскому инь.

Исторические хроники подтверждают вывод о том, что материальные и духовные стимулы находятся в отношении дополнительности друг к другу, плохо совмещаясь в сознании людей. Во времени происходит смена одних другими, и лишь в переходные периоды ненадолго достигается равновесие, гармония. Синтез противоположностей дает новое качество, позволяет создавать шедевры культуры. В периоды господства идеальных или материальных стимулов равновесие нарушается. В характере личностей и в характере этнической системы оказывается переразвита одна сторона характера и одна парадигма деятельности и подавлена, неразвита другая. Очевидно, "маятник", колебание между двумя крайними состояниями можно считать явлением, нормальным для процесса развития общества нашего типа.

Наиболее убедительное обоснование ритмичности социального развития общества дано Г.Г. Сорокиным (см. гл. VI. с. 100-104) (Cowell, 1979). Напомним: широкие исследования привели его к заключению, что в истории отчетливо различаются периоды, когда преобладают личности с рациональной направленностью, практики (sensate), и периоды с преобладанием "идеалистов", витающих в облаках верности долгу, чести, религии (ideational). Вполне определенно выделяется и группа "гармоничных" (idealistic) деятелей, совмещающих качества первых и вторых.

П. Сорокин рассмотрел в качестве единой траектории культуры историю трех наследующих друг друга цивилизаций: Древнего Египта (начиная с 950 г. до н.э.), Античного Средиземноморья и Западной Европы, кончая 1849 г. Таким образом, было охвачено статистическим анализом почти три тысячелетия. На этом отрезке истории был проведен подсчет соотношения выдающихся деятелей, относящихся к каждой из трех групп. При всей условности введенных П. Сорокиным показателей они дали возможность сравнивать периоды по ориентации общества преимущественно на духовные или на материальные ценности (см. рис. 21).

Объективные, насколько возможно, данные П. Сорокина позволяют с большой долей вероятности локализовать во времени моменты кризисов в истории Средиземноморско-Европейской цивилизации. Кризисы, если их понимать как смены системы ценностей и программ поведения (см. Введение), имели место в рассмотренном примере при начале подъемов активности наций — в VII—VI вв. до н.э. и в IX в. н.э. и при спаде — в VI в. н.э. Кризисами второго порядка выглядят на графике (см. рис. 21. б) вспышки пассионарности в I в. до н.э. - I в. н.э. и в XIII в. С ними связаны такие события, как зарождение христианства и Возрождение.

Ритмы истории, пережитые западно-европейской культурой, представляют для нас интерес в том отношении, что позволяют наметить, в какой фазе этногенеза находится сейчас ведущая культура мира. Если отложить от момента пассионарного толчка, ответственного за последующий взлет Европы, отведенные ей Л.Н. Гумилевым 1200 лет до погружения во мрак обскуративной фазы, то мы можем обнаружить, что старушка-Европа стоит на пороге дряхлости. В наступающем XXI в. воля западно-европейского этноса к самосохранению рискует упасть до опасно низкого предела.

Вывод, сделанный на основе прослеживания ритма чередования ментальных типов исторических деятелей, подтверждается, по мнению Сорокина (Cowell, 1979; Сорокин, 1992), набором симптомов, характерных для фазы перехода от рационалистической эпохи к идеалистической. Однобокий гипертрофированный интерес людей к материальным ценностям делает общество пустым, фальшивым, невежественным, беспорядочным и беспомощным перед лицом серьезных проблем. Происходит распад основных человеческих ценностей.

Смещается граница между правдой и ложью, между красотой и безобразием, возникают и распространяются псевдонауки. В идеологии равновесие смещается в сторону засилия материализма, в политике - тирании.

Происходят распад семьи, деградация наук и искусств, социальная гармония все больше уступает место "всеобщему базару". Соответственно становятся повседневностью войны, внутренние политические неурядицы, революции. Повышается роль сверхчувственных религий, а вместе с ними интерес к мистицизму, фидеизму, религиозному рационализму. Экономические успехи цивилизации сбавляют темпы. Это может проявиться, например, в учащении экономических кризисов, в дефиците различных видов сырья и др. Почти все перечисленные признаки можно обнаружить в жизни современной Западной Европы. Некоторые из предвестников кризиса еще не очевидны, но должны в скором времени обнаружить себя. Среди них Сорокин называет уменьшение значения материальных ценностей в общественной жизни, замедление роста числа научных открытий и изобретений, уменьшение роли визуальных, чувственных, эротических направлений в искусстве.

Питирима Сорокина дополняет известный биолог Конрад Лоренц (1992а), предъявляя восемь обвинений современной цивилизации. Вот они: увеличение агрессивности, опустошение естественного жизненного пространства, губительное развитие техники, делающее людей слепыми к подлинным ценностям, изнеженность - результат чрезмерного комфорта и достижений фармакологии, генетическая деградация человеческой

популяции, отсутствие понимания между родителями и детьми, разрушительная для личности обработка общественного мнения путем опросов, рекламы, моды и, наконец, использование ядерного оружия, пусть не в военных действиях, но в политике.

Конечно, Западная Европа - не весь мир, поэтому можно надеяться, что ее кризис обойдет другие страны и континенты стороной. По мнению виднейшего современного политолога С. Хантингтона (1993), современное человечество сконцентрировалось в семь или восемь цивилизаций, или, по принятой здесь терминологии, суперэтносов. Кроме западной цивилизации, куда автор включает развитые страны Европы и Северной Америки, названы конфуцианская (Китай, Корея и Юго-Восточная Азия), японская, исламская, индуистская, славяно-православная, латиноамериканская и, возможно, африканская. У каждой свой путь развития, своя стадия этногенеза. Надежда "отсидеться" за рубежами Европы, однако, тает с каждым сообщением мировых телеграфных агентств. Выше мы обсуждали причины того, что региональные, политические, военные, экономические и другие катаклизмы немедленно отзываются на состоянии дел во всем мире. И можно не сомневаться, что кризис Европейского сообщества будет болезненным для всех стран мира, независимо от того, в какой фазе этнического цикла они сейчас находятся. Другое дело, что "молодые" цивилизации, такие как южноамериканская и североамериканская, вероятно, найдут в себе силы для быстрого восстановления порядка. Несколько труднее пройдет этот процесс у славян, а вот арабо-исламская цивилизация, на 1-1,5 столетия опережающая Западную Европу, как и сама Европа, возможно, выйдут из кризиса лишь в облике совершенно новых суперэтносов.

КОРНИ КРИЗИСА

Выше мы попытались определить существо современного кризиса человеческой цивилизации как рассогласование между подсистемами единого социального механизма. Этапы рассогласования, как мы выяснили, закономерны, они повторяются. Но нынешний этап наложился на головокружительный взлет технической мощи человечества, и это делает кризис разрушительным как никогда и как никогда всеобщим. Среди многих нарушений гармонии главное - отставание духовной ветви культуры от ветви материальной. Чем вызвано это отставание?

П.А. Сорокин (Sorokin, 1939-1941) обнаружил такую закономерность. Как только носители рационалистического или, наоборот, идеалистического мышления начинают чувствовать увеличение своего общественного веса, они тут же бросаются вытеснять со сцены деятелей противоположного типа. Идут в дело не только публичные дискуссии, проповеди, но и суды, кресты, оружие, костры. Другими словами, каждое идеологическое направление культуры активно поддерживает и сохраняет себя, а для этого подавляет конкурирующее направление. На языке системологии подобное явление может быть описано как конкурентная саморегулируемая система, направляемая обратными связями типа минус-минус (--), или триггерная система (Арманд, 1988; Арманд, Ведюшкин, 1989). Каждая из конкурирующих подсистем в этом переключателе программируется серией положительных обратных связей плюс—плюс (++), что придает им способность самоусиливаться (Пригожин, Стенгерс, 1986; Князева, Курдюмов, 1992). Агрессивный характер диссипативных структур тем резче проявляется, чем обильнее, доступнее источники питающей их энергии. Энергетическое "обжорство" - специфика эпохи научно-технической революции. Выполняется и второе необходимое условие - нелинейность порождающей диссипативную структуру среды. В нашем случае она обеспечивается неустойчивостью общества, психическими напряжениями, незаметно накопившимися в предшествующие, внешне благополучные периоды развития. Напряжение растет вместе с рассогласованием в физических, биологических, технических блоках системы. Неустойчивость совмещается со способностью человеческой психики входить в резонанс с состоянием психики других людей: сочувствовать несчастным, заражаться возбуждением, ненавистью или настроением религиозного благочестия. Пассионарии совсем не должны составлять большинство населения, чтобы повести нацию за собой (см. гл. V). Их сила в когерентности, согласованности действий. Достаточно, чтобы число увлеченных некоторой идеей достигло критического порога, и под их знамена встает практически вся нация, если напряжение достаточно велико. Обратная положительная связь распространяется на все большее число общественных систем (рис. 51), заставляя общество даже вопреки здравому смыслу сдвигать сознание в одну или в другую сторону. И лишь дойдя до предела, испытав на себе всю абсурдность одностороннего развития, общество накапливает сознание ошибочности избранного пути и бросается в противоположную крайность. Смена одной крайности на другую и есть кризис, близко знакомый нам по российской действительности. В промежутке наступает короткое господство "гармонично мыслящих" личностей, но оно, по определению, неустойчиво и недолговечно. В силу своей уравновешенности эти люди не способны фанатически следовать одной идее, убежденность в правоте которой "на собственном опыте" только и способна увлечь за собой лишенное своего мнения большинство населения.

В последней четверти западно-европейского этнического цикла деятели рационального склада все еще прочно удерживали первенство в обществе. В это время научная и изобретательская мысль европейцев, пройдя извилистый путь скрытого развития, "подкинула" истории паровой двигатель, затем метод использования ископаемого топлива, электроэнергию, расщепление атома. Это было подобно нажатию спускового крючка, за которым последовал взрыв научно-технической революции. Структура общества уже содержала в себе богатый набор обратных связей нелинейного типа, психологически Европа была обработана в духе деловой активности и готова к промышленному прыжку. Развитие пошло в режиме с обострением, по круто взлетающей траектории (Князева, Курдюмов 1992).

Действие энергетической инъекции оказалось усиленным некоторыми предшествовавшими этому событиями. Великие географические открытия замкнули известный Западу мир и чрезвычайно расширили возможности торговли и грабежа других народов. Совершилась реформация, произошел раскол христианской церкви, это развязало руки для бизнеса и накопления богатства низшими сословиями. В науке решительно одержала верх рациональная парадигма Галилея-Декарта-Ньютона, освободившая ее от пут мистики и религиозных запретов. От Европы отпочковался молодой Североамериканский этнос, помогая отодвинуть срок дряхлости своему родителю - Европе. Все это позволило освободить диссипативную структуру европейской цивилизации от сдерживавших ее лимитов, сырьевых и идеологических. Таким образом, беспрецедентный перекокс общества в сторону практицизма и бездуховности был подготовлен всей логикой развития Европейского суперэтноса. Вопреки мнению Л.Н. Гумилева (1990а), историю социальных перемен нельзя вырвать из контекста этнической истории Западной Европы. Лишь рационалистическая и индивидуалистическая ментальность, характерная для инерционного периода этногенеза, позволила произойти буржуазным революциям, подстегнула мешанское сословие к захвату власти и расчистке простора для рождающейся рыночной экономики. Класс капиталистов пережил свою, частную вспышку пассионарности. На идеологическом фронте его победа была отмечена введением в повседневный обиход, легитимизацией открытой рыночной конкуренции. Законом общества был объявлен дарвиновский закон борьбы за существование и выживание сильнейшего. Произошел возврат к биологической системе ценностей. На щит было поднято все то, что дает физическое превосходство над соплеменниками: сила, власть, хитрость, приспособляемость, чувственные удовольствия, спокойная и сытая жизнь, материальная обеспеченность, здоровье. Требованиям выжить в конкуренции оказались сметены или отставлены на второй план ценности, накопленные многовековым развитием человеческих культур. В этом списке - понятия чести, совести, верности долгу и идеалам, сознание ответственности перед людьми, образованность, религиозность, культурный уровень, терпимость, альтруизм) способность к творчеству (кроме технического), способность понимать красоту и воспринимать искусство. Генеральное направление эволюции человечества лежит, при всей извилистости и разветвленности реальной траектории, на пути перехода от первой, биологической по своему происхождению, группы общественных ценностей ко второй, социальной. Но положение дел в наши дни дало повод К. Лоренцу заметить, что мы поспешили назвать себя человеком разумным. По его мнению, современный Ногтю представляет собой скорее переходную форму между животными и настоящим человеком.

Подводя краткий итог сказанному, мы можем констатировать следующее. Структура связей между подсистемами современного развитого общества содержит в себе механизмы типа триггера (переключателя) и серию механизмов самоусиления, диссипативных структур. Их действие в достаточной степени объясняет тенденцию удаления современного социума Западной Европы от состояния равновесия. Так же закономерно однобокая ориентация на группу материальных ценностей накопила противоречия в обществе, стимулировала акселерацию промышленного производства и в результате сделала неизбежным болезненный переход на новую траекторию развития, который мы воспринимаем как современный кризис западной цивилизации. Глубина кризиса определяется, с одной стороны, необычайными успехами науки и техники и, с другой стороны, подавлением нравственных, этических регуляторов человеческих взаимоотношений, возвратом к психологии открытой конкуренции между людьми.

Из сформулированных таким образом закономерностей можно сделать некоторые заключения о том, чего следует ожидать западно-европейскому социуму, а с ним и остальному человечеству в ближайшие десятилетия. Но предварительно - несколько слов о кризисе России.

КРИЗИС РОССИИ

Кризис, поразивший последнюю из великих империй конца тысячелетия, явился для большинства полной неожиданностью. Нарушились все важные для жизни государства системы: экономика, армия, государственные учреждения власти, культура, идеология, национальное устройство, охрана природы. Это крушение мировой державы звучит как голос гонга, оповещающий о наступлении событий еще более крупного масштаба. Возможно, Россия всего на 20-40 лет опередила в своем падении остальные развитые страны. Хотя развитие Российского суперэтноса проходит по своему расписанию, все же такое близкое совпадение сроков с Европой и другими странами едва ли случайно. Собственная линия жизни нашего государства отражает на себе и влияние соседей, подстраивается к ним.

Перелом в сознании восточных славян, когда представление о родном племени было вытеснено представлением о принадлежности к русской нации, падает, по мнению Л.Н. Гумилева (19336), на XIII век. Возможно, годом рождения Российского этноса следует считать Куликовскую битву (1380 г.). Для пассионарного толчка сформировался горячий материал. С одной стороны, произошла генетическая и культурная гибридизация славян с финно-угорскими племенами Восточной Европы и с тюрками Золотой Орды. С другой стороны, постоянный пресс монгольских оккупантов вызывал уже не чувство страха и унижения, как вначале, а возмущение и готовность пойти на жертвы ради освобождения, в том числе поступиться феодальными привилегиями "великих мужей" в пользу сильной власти (Ключевский, 1992). Дальше Россия развивалась по сценарию, о котором ни в России, ни за ее пределами никто не имел представления. Пассионарный подъем и фаза перегрева превратили Московское удельное княжество в мировую державу, до середины нашего столетия продолжавшую расширять свою территорию. Так называемый "надлом" усыпал небо России звездами первой величины - в области литературы, музыки, живописи, театра, науки, военного искусства, философии - из числа личностей, сумевших совместить в себе устремленность к высочайшим идеалам с терпимым отношением к

прозе будней. Это наши "гармоничники" XVIII-XIX и начала XX столетия. Но исторический сценарий требует смены декораций, в дверь стучатся реалисты, люди дела, купцы и промышленники. Они уже устали тащить на ногах груз идеалистических реликвий, традиций русского православия, русского самодержавия, народной соборности, им нужна свобода движений по западно-европейскому образцу. С совсем небольшой поправкой. Если Французская революция ниспровергла паутину феодальных условностей ради "свободы, равенства и братства", то русское, все еще сильно идеалистическое мышление восстало против "несправедливости" абсолютизма, бюрократии, сословных привилегий. Марксова идея коммунизма, пришедшая из Западной Европы, определила судьбу России в переломные 1905-1917 годы. И в революционной неразберихе, в точке бифуркации, где выбор, по мнению кибернетиков, делает Случай, малая флуктуация, совершенно неслучайно получили перевес носители парадигмы справедливо устроенного общества - марксисты. Парадигма полностью устраивала рационалистов, так как в проекте содержались обещания всестороннего развития личности, демократии, земли - крестьянам, заводов - рабочим, власти - советам.

История народов обладает свойством фрактальности. Это означает, что на коротких отрезках этнического цикла (второй уровень иерархии) в миниатюре повторяются все те же стадии: пассионарный подъем, перегрев-, спад, инерция, обскурация (см. гл. V). Возможно, вооружившись "микроскопом", можно обнаружить подобие также на третьем и четвертом уровнях временной иерархии, но это дело будущих историков. Важно, что ко времени реформы конца 80-х годов советский колосс достиг стадии обскурации на втором уровне иерархии исторических ритмов. Воля народа к сохранению изжившей себя конструкции иссякла, недовольство все тех же прагматиков, что и в начале века, подготовило новое горючее для взрыва. К концу цикла этого уровня обнаружилось, что главную свою задачу, предназначенную нам на XX век, Россия не выполнила: рационалисты так и не получили свободу действий, даже совсем наоборот.

Очевидно, к началу века груз детской веры в доброго царя так прочно утвердился в российских умах, что в 1917 г. мы легко приняли новую тиранию вместо старой. Образец "индустриального рая" в течение всего времени давил на ментальность советского человека, заставляя мириться с нищетой ради блестящей цели "догнать и перегнать". С другой стороны, образ потенциального военного врага был всерьез воспринят по обе стороны границы (вероятно, не впусую) и тоже способствовал сохранению изжившей себя российской политической структуры до самого предела устойчивости и еще немножко дольше.

Таким образом, кризис России конца XX в. выглядит вполне закономерно как результат общего развития суперэтнуса, как результат завершения малого 72-летнего цикла и как результат интерференции между событиями европейской и российской истории. Последним, надо думать, объясняется близкое совпадение в сроках между катаклизмами в двух суперэтнусах - Европе и России. Впрочем, нити взаимодействия гораздо длиннее. Пример русского социализма стал образцом для подражания во многих странах, оказавшихся готовыми к пассионарному толчку, пусть на разных этапах этногенеза: в Китае, Вьетнаме, Египте, Алжире, Анголе, Сомали, на Кубе, в Северной Корее, Индонезии, Чили, Монголии и даже в Индии Джавахарлала Неру и Индиры Ганди. Там, где коммунистические идеи не умерли раньше распада СССР, крушение такого лидера вызвало цепную реакцию реформ, направленных на реставрацию рыночной системы мышления. Возможно, пример России стал детонатором для множества локальных взрывов межнациональной борьбы, в том числе в таких "благополучных" государствах, как Канада, Нидерланды, Перу. Это наш вклад в мировой кризис, в синхронизацию локальных кризисов.

При всем том Россия в XX в. выполнила чрезвычайно важную задачу исторического значения. На собственном печальном опыте она с предельной ясностью показала: невозможно реализовать некий вариант давней мечты человечества о "царстве Божиим на земле", о "Сатия Юге", "Золотом веке", Ноосфере - веке разума до тех пор, пока не готов к этому сам житель разумно устроенного общества. Не экономика, обеспечивающая изобилие, а соответствующий уровень сознания способен привести к успеху. Другими словами, замена системы ценностей биологического уровня ценностями человека разумного.

Что касается российского кризиса, то его содержание отличается от содержания кризиса европейского (Котляков, Грицай, 1993). В нашей стране тоже проявилось отставание начала духовного от начала материального. Но еще резче сказалось несоответствие политического, социального, национального и идеологического устройства государства запасу творческой энергии армии "реалистов", приходящих на смену "идеалистам" и "гармоничникам". В этом отношении все идет "по плану", если не считать множества необязательных потерь в области культуры. Однако за это мы должны пенять только на собственное невежество.

ПОСЛЕ КРИЗИСА

Ритмы истории привели сообщество обитателей Геосферы к переломному моменту. Ведущая цивилизация планеты - Западная Европа - встала перед веером проблем, которые могут быть разрешены лишь путем радикальной перестройки всего общества. Как теория, так и опыт истории подсказывают, что в такие моменты, в точках бифуркации, ослабляется унаследованность событий, снижается устойчивость человеческих и природных систем, происходит выбор нового пути. Одновременно системы с расшатанной структурой и нарушенными программами получают возможность легче адаптироваться к новым условиям, возникшим в мировом сообществе. Из хаоса выходит семейство наций, лучше подогнанных друг к другу, с меньшими напряжениями на границах. В дальнейшем достигнутый порядок закрепляется множеством политических, юридических, культурологических, экономических конструкций, но в момент выбора существует, по мнению системологов, принципиальная неопределенность, делающая всякий прогноз невозможным. Похоже, однако,

что история подобна науке об атмосфере: ученые с вероятностью до 80% предсказывают погоду на следующий день и почти с такой же уверенностью говорят о наступлении следующей фазы ледникового периода, а вот среднесрочные прогнозы на ближайшие месяцы и годы даются им из рук вон плохо. Для социологии таким темным пятном, по-видимому, является отрезок будущего между 10-ми и 50-ми годами XXI в., когда краткосрочная инерция человеческих поступков уже не может помочь в деле прогноза, а для проявления устойчивых длительных тенденций этот срок еще слишком мал. Этот срок отдан на произвол людской массы, бросающейся то за одним, то за другим громкоговорителем лидером. Попробуем в настоящем разделе подойти к прогнозу главным образом с позиций общих долговременных закономерностей развития общества. Если российский кризис — действительно первая ласточка кризиса европейского, а за ним — мирового, то по ходу маховика истории можно предвидеть переход западной цивилизации (точнее, ее лидера Европы) в стадию обскурации. Ей грозит потеря жизненной

Анатомия кризисов/ А.Д. Арманд, Д.И. Люри, В.В. Жерихин и др. - М.: Наука, 1999. - 238 с.

Глава XI. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ

"Эволюция мира складывается из революций или взрывов материи"

Из книги "Община"

Кризисы — это эпизоды непрерывно идущей эволюции, во время которых процессы протекают особенно интенсивно. Если их рассматривать отдельно от всего хода событий, мы ничего не сумеем понять в природе кризисов. Поэтому предметом обсуждения в этой, заключительной, главе коллективной монографии будут закономерности эволюции, анализ которых дает основание надеяться объяснить также природу и происхождение критических фаз развития.

Дальнейшая конкретизация представлений об эволюционном процессе возможна лишь в том случае, если мы определим систему базовых понятий, координат, в которых собираемся строить представление об эволюции. Так, в координатах простота—сложность эволюцией в общем случае считают траектории движения, идущие в сторону усложнения структур. Движение в обратном направлении называют деградацией, инволюцией. Если при рассмотрении нашей проблемы взять за основу представление о саморазвивающейся Вселенной в духе Э. Янча (Jantseh, 1980), то направленность эволюции будет задаваться последовательностью элементарных актов самоорганизации, ведущей к возрастанию организованности систем. В системе понятий порядок-хаос идею эволюции следует увязывать скорее с представлением о движении в сторону порядка, снижения энтропии, чем наоборот. В сфере человеческих отношений ось порядок-хаос трансформируется в дополнительную пару добро-зло и движение совершается в этих координатах. В другой системе понятий представлению о добре и зле отвечает идея кармического долга и освобождения от него в ходе эволюции. В рамках телеологической гипотезы эволюция выглядит как приближение к некой абсолютной цели, по которой становится возможным сверять движение в положительном и отрицательном направлениях.

Какую бы систему координат мы ни избрали для исследования проблемы, очевидно, что с понятием об эволюции по традиции связывается представление о восходящем движении, в котором каждый следующий шаг содержит в себе накопления предыдущих шагов. Утрата накопленного — это деградация, инволюция, хотя она может быть условием освобождения от груза, мешающего дальнейшему движению. Последний случай имеет место в периоды эволюционно оправданных кризисов, когда разрушения выполняют полезную для общего развития функцию.

Далее опыт показывает, что траектория этого восходящего движения не гладкая. В любой системе отсчета на ней различимы отрезки медленного и быстрого восхождения. На участках быстрого развития, как правило, относительно коротких, происходит наибольшее количество качественных преобразований изучаемого объекта. Здесь концентрируются основные преобразования структуры систем и, что важнее, программ поведения. Переломы, моменты перехода количества в качество, согласно представлениям Гегеля, это и есть те самые кризисы, закономерности которых мы пытаемся выявить. Обобщению полученных данных посвящена заключительная глава монографии.

ОДНОАКТНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ

До сих пор одним из самых загадочных явлений в природе, фиксируемых, но не объясняемых наукой, является феномен эволюции. По мысли, высказанной Жоржем Луи Леклерком Бюффоном, развитие земной жизни "толкают" две силы. Первая — это импульс живых организмов любого вида в направлении наибольшей адаптации к окружающей его среде. В свете дарвиновской теории естественного отбора такое движение представляется естественным и неизбежным. Но во многих случаях результатом акта приспособления оказываются не только минимально необходимые изменения морфологии и анатомии, но и "усовершенствования", превышающие уровень простой адаптации. Это уже результат действия второго стимула эволюции, который Бюффон обозначил как внутреннее стремление организмов к совершенствованию своей природы. Похоже, современная наука не может предложить более внятного ответа на вопрос, что служит постоянным стимулом направленного развития природы и общества. Лишь одно устанавливается с определенностью: обязательным условием движения систем ко все более высокому уровню является избыток свободной энергии. Развивая мысль Бриллюэна, можно полагать, что возрастающая организованность вещественного мира это результат преобразования, перекодирования организованности, изначально

содержащейся в мировом запасе свободной энергии. Работа энергии, теряющей свою организованность, заключается в передаче порядка материальным структурам, начиная от галактических скоплений и "струн" и кончая достижениями в области духовной культуры. Машина эволюции "запущена" в момент освобождения мировой энергии Большим взрывом и дальше следует по пути, предписанному еще не открытым наукой законом развития.

Согласно современным астрофизическим моделям, энергия взорвавшейся сингулярности обладает способностью, образно говоря, "творить из себя" разнообразные формы материи и снабжать их запасом кинетической и потенциальной энергии в форме скорости частиц, колебаний электромагнитного поля, в форме гравитационных, электрических, слабых и сильных ядерных полей. Получив такой энергетический импульс, материальная система начинает тратить энергию, преобразуя себя в новое качество. Образовавшиеся в результате этих "актов творения" системы атомных ядер, молекул, а со временем - организмов, культур, в свою очередь, становятся регуляторами, организующими процесс расходования энергии на дальнейшее преобразование вещества. Все больше они превращаются в носителей информационного содержания, программ (software) подсистем Вселенной.

В каждый момент времени возникшие ранее программы обладают определенной, не беспредельной, степенью сложности. Последняя выражается в количестве элементарных "команд" преобразования вещества и структуры. Одиночный цикл преобразований заканчивается, когда оказываются выполненными все команды. Почти мистическим образом конец программы не обрывает эволюцию в произвольной точке развития, а приводит систему в стационарное состояние. Оно наступает, когда энергия не способна производить дальнейшие преобразования в системе. Для систем, закрытых в энергетическом отношении, наступает термодинамическое равновесие, потенциал исчерпывается и движение асимптотически приближается к точке максимальной энтропии. Открытые системы продолжают получать поток свободной энергии, их состояние удалено от равновесия, но энергия уже не оставляет следов, проходя через систему. Программа заканчивает выполнение своей преобразующей роли, при этом достигается соответствие с охватывающей макросистемой. Космические тела, рельеф земной поверхности, вода в геосферном цикле двигаются к равновесию, проходя эволюцию по первому сценарию. К стационарному неравновесному состоянию стремятся по второму сценарию биоценозы в ходе сукцессии, почвенный покров Земли, организмы в интервале индивидуального развития между рождением и зрелостью. Этот элементарный цикл развития описывается математиками в форме логистической кривой (рис. 53, а). Кривая показывает накопление количества порядка или информации - в широком смысле слова - в структуре системы и в программе ее поведения. Порядок "оплачен" деградацией энергии, перешедшей в низкотемпературное излучение и выброшенной в окружающее пространство.

Если теперь заменить на вертикальной оси графика количество накопленной информации интенсивностью ее накопления, то получим кривую другого вида (рис. 53,б). Здесь отчетливо проступают фазы подъема, максимум интенсивности процесса и спад, затухание, ведущее к полному прекращению процесса - "смерти" системы. В таком общем виде график описывает замкнутый цикл развития самых разнообразных систем, от Вселенной (согласно теории пульсации) до возбуждения электрона на атомной орбите, от земной цивилизации (предположительно, посмотрим, как получится) до изобретения колеса или создания поэтического шедевра. Энергетический импульс, "запускающий" цикл, не обязан быть одномоментным. Похоже, так происходит при образовании небесных тел, планет. Но процессы, происходящие на поверхности Земли, постоянно подпитываются из солнечного и теллурического (внутриземного) энергетических потоков. В энергонасыщенной среде, подобной геосфере, фазы цикла способны намного растягиваться во времени. Как вступительная фаза, так и завершающая могут оказаться нечетко выраженными. Последнее демонстрируют палеонтологические графики эволюции классов и семейств живых организмов, историография некоторых этнических групп людей. Замыкание элементарного эволюционного цикла, находящегося "на излете", может быть ускорено при вмешательстве внешних причин: космических (меловой кризис биосферы), нашествия варваров (падение античной цивилизации).

Развитие в форме равномерно восходящей кривой в реальной действительности осложняется еще рядом факторов. Где-то на траектории обязательно встречается пороговая точка) и в игру включается механизм-прерыватель постепенности. Замедляющееся движение к стационарному состоянию ускоряется, затем оно вновь закономерно сменяется замедлением. Возникает циклическое развитие, график на оси времени принимает форму лестницы. Одной из основных закономерностей эволюции мы можем считать изменение, в котором цикличность складывается с поступательным движением, спокойное развитие прерывается кризисом. Насыщенная энергией среда обладает способностью поддерживать и усиливать процесс, стимулированный слабым возмущением. Примером может служить хорошо известное явление быстрой кристаллизации переохлажденной жидкости или перенасыщенного раствора соли, когда попавшие в жидкость центры кристаллизации служат спусковым механизмом, освобождающим энергию, которая и проявляет себя в образовании кристаллов. Нередко энергетический потенциал возникает на контакте веществ, способных к химическому соединению друг с другом. Кристаллическая монолитная горная порода, в какой-то момент обнажившаяся в агрессивной, насыщенной водой и кислородом атмосфере Земли, оказывается источником дополнительной энергии, реализующей программу выветривания и почвообразования. Соединение в необходимых пропорциях тепла и влаги включает программы развития семян, клубней и лукович растений. Соединение разнородных этнических групп на одной территории способно - при прочих благоприятных условиях - вызвать пассионарный взрыв и дать начало новому циклу этногенеза. Аналогично соединение двух

далеких дисциплин науки, двух самостоятельных теорий, может создать питательную среду для возникновения новой научной парадигмы, новой науки (геохимия, биоэнергетика). Синтез двух направлений в искусстве (цветомузыка), искусства и практической деятельности (военная, религиозная музыка), искусства и техники (компьютерная графика) порождает вспышку творческой активности.

Во всех приведенных примерах как бы случайное возникновение новой системы из прежде независимых элементов вводит в действие программу одного и того же типа, программу вспышки и затухания процесса. Наличие активной среды вводит очередное усложнение в ход эволюции, возникает третий тип сценария (рис. 53, в, г).

Насыщенная энергией среда может отдавать энергию, преобразуя ее в работу, с разной степенью легкости. Если потенциальный барьер, преодолеваемый при старте процесса, невысок, легко возникает нелинейная положительная обратная связь по типу автокаталитических химических реакций. Расходование энергии в этом случае проходит в режиме с обострением, ускоренно. Взрыв порохового заряда - пример такого процесса. В мгновения рождаются короткоживущие структуры вроде фронта воспламенения, обреченные на столь же быстрое разрушение. Системы, проходящие развитие с обострением, включают в свой цикл фазу деградации. Многие процессы взрывного типа в природе, демографические "взрывы" в обществе, этногенетические циклы, технологические циклы, перенасыщающие рынок определенными видами товаров, иллюстрируют эту закономерность.

МАЯТНИК

Следующая закономерность эволюции заключается в том, что порядок и хаос не просто сосуществуют в материальных системах, но и сменяют друг друга во времени. Как мы выяснили, такое трудно определяемое состояние, как "порядок", возникает в результате работы, произведенной свободной энергией, и проявляется в формировании устойчивых к внешнему "шуму" материальных и ментальных структур. Вновь возникшие структуры, в свою очередь, задают программу, управляющую движением новых порций энергии и вещества. Нередко материальные конструкции становятся ловушкой, накопителем энергии. Так, взаимодействие материальной субстанции и энергии ведет к повышению общего порядка в системе. Даже слабо структурированное газообразное вещество атмосферы, несмотря на свою кажущуюся аморфность, способно аккумулировать огромный потенциал, разряжающийся в форме циклонов, тайфунов, смерчей. Накопителями энергии оказываются реки, ледники, морские течения. Кристаллические горные породы суммируют малые напряжения тектонических смещений и затем выбрасывают их в форме землетрясений, сбросов, тектонических поднятий. Углеродородные молекулы при благоприятном сочетании условий в Геосфере накапливают энергию, которая впоследствии может быть использована автокаталитическими самоорганизующимися структурами типа колец Эйгена (1973) при переходе к живой форме существования материи. Хлорофилл зеленых растений - ловушка для фотонов солнечного света, животные-гетеротрофы продолжают концентрацию энергии в своих телах. В обществе роль накопителей энергии играет состояние психики массы людей, аккумулирующих недовольство при чрезмерно жестком или слишком беззубом государственном строе, при значительных различиях в уровне жизни разных классов, разных стран, при деградации природной среды.

В подобных случаях порядок, закрепленный в физических, химических, социальных структурах, несет в себе механизм своего собственного разрушения. Энергия не может безнаказанно бесконечно накапливаться.

Достигая порога прочности системы, энергетический потенциал выплескивается в той или иной форме, и энергия затрачивается на преобразование сложившегося порядка. Часть энергии может "теряться" в форме излучения, диффузии тепла или конвекции, то есть совершать работу не на "материнской" системе, а в стороне. Но и для системы-ловушки освобождение энергии никогда не проходит бесследно. Мы получаем обратную зависимость отрицательного типа между двумя компонентами систем, между структурой и энергией.

Таким образом, начало консервативное и начало динамическое соединяются в классический контур кольцевой связи, осуществляющий саморегулирование по канонам кибернетики (Винер, 1968). В контуре всегда присутствует инерционный элемент, консервативная структура, которая обеспечивает задержку прохождения сигнала по кольцу. В этих условиях система превращается в генератор ритмических колебаний типа часового балансира. Однажды переданный системе энергетический импульс способен, при наличии обратной связи, "завести" механизм естественных часов, которые будут бесконечно воспроизводить колебательный режим.

График взаимодействия хаоса и порядка при благоприятных условиях становится неограниченным во времени. Цикл состоит из относительно короткой вспышки деятельного начала (затраты энергии), во время которой преодолевается сопротивление консервативного элемента системы и происходит частичное разрушение структуры, сменяющееся созданием на ее месте преобразованной, усложненной структуры. Таким образом, кризис систем можно рассматривать как смену преобладания хаотизирующего и организующего начал.

Цикличность разрушений и созиданий - одна из закономерностей эволюции систем.

Структурный порядок постепенно закрепляется, возможности дальнейших преобразований падают. Во время второй, спокойной фазы начинается накопление новой свободной энергии в "ловушке". Затем происходит следующий прорыв энергии. Общественная жизнь демонстрирует указанную закономерность в чередовании фаз преобладания личностей разрушительного типа, пассионариев, идеалистов, и фаз преобладания созидателей - реалистов.

В географическом пространстве вспышки творческого начала ян распространяются волнами из центров, играющих роль генераторов автоколебаний. Как правило, это крупные города, фокусы роста социальных структур. Диффузией мод, технических новинок, политических настроений занимается отрасль географии,

развита Т. Хегестрандом (Hagerstrand, 1968). Проводящая среда Геосферы обладает свойствами энергонасыщенного проводника, подпитывающего и усиливающего волны-солитоны (Князев, Курдюмов, 1992). Распространение нововведений может рассматриваться в свете развиваемых положений как движение кризисных волн в географическом пространстве.

ИЕРАРХИЯ

Материальный мир организован по иерархическому принципу, причем одни и те же предметы, явления могут оказаться включенными сразу в несколько иерархических конструкций: пространственную, энергетическую, информационную, по характерным временам. Иерархии структур, по-видимому, отвечает иерархия колебательных ритмов. Наглядный образ вложенных друг в друга систем колебаний дает поплавок на морской поверхности. Траектория его флуктуаций отражает ритм ветровой ряби и более крупных волн в океанской зыби и дыхания приливов-отливов. В физической модели волны разного размера и частоты накладываются, не оказывая друг на друга влияния. Бывает, что серии циклов с разной длиной волны можно установить и на объектах другой природы.

Полный круг развития одиночной звезды от начала аккреции до затухания составляет частный эпизод в развитии галактики, которое, в свою очередь, включено в прохождение большого космического цикла, согласующегося, при некоторых предположениях, с общей теорией относительности. С другой стороны, в эволюции звездных тел улавливаются циклы меньшей продолжительности (см. гл. 1), связанные с включением программ новых ядерных реакций и турбулентного перемешивания. Эти вторичные циклы проходят те же фазы, что и вся звезда в целом: разгорания, горения, затухания, отвечающие графику на рис. 2. В грубом приближении вложенные циклы отвечают представлению о фрактальных системах.

По аналогии со звездами планетное тело Земли проходит стадии начального толчка (концентрации из протопланетного облака), бурных преобразований в период становления, стадию спокойного развития и умирания - затухания энергетического обмена. На фоне этого мегацикла происходят события меньшего масштаба: образование ядра, мантии и коры, смена источников энергии, смыкание и расхождение материков, орогении, смены магнитной полярности (см. гл. II). Малые циклы и в этом случае повторяют некоторые характерные черты главного цикла.

Мы принимаем участие в циклическом развитии живого вещества на Земле, где, как и в предыдущих случаях, единый круг от начала до замирания активности живого вещества осложняется известными палеонтологам вспышками формообразования в ордовике, девоне и карбоне, в среднем мезозое. В отличие от абиотической истории планеты живое вещество образовало несколько относительно независимых линий эволюции, подчиняющихся своим ритмам. Во всяком случае, организмы, обитающие в водной и воздушной средах, развивались в собственных автономных режимах.

Еще более богатый спектр ритмов представляет нам человеческая история, где на циклы развития суперэтносов и этносов накладываются периоды в 144, 72, 36, 12 лет (по данным разных авторов, возможно) иногда подчиненных предвзятой схеме). Идеологическая, политическая, экономическая сферы человеческой деятельности относительно независимы друг от друга. Индивидуальное развитие отдельного человека и развитие коллективов также испытывают свои — ритмические или неправильно-периодические - колебания в плане физического здоровья, умственной деятельности, эмоционального состояния.

Правило эволюционного наложения ритмов разного масштаба друг на друга требует строгого определения характерного времени процессов, с которыми ведется работа в данный момент. В каждом событии мировой эволюции, в каждой включенной в работу программе можно, очевидно, выделить составляющие циклов большей или меньшей продолжительности, хотя на практике эту задачу бывает непросто выполнить. Нет сомнения, что экономический кризис России, переход к рыночной экономике отражает в себе ритмы трех масштабов: закономерность развития всего Российского суперэтноса от его зарождения, более частный эпизод взлета и падения Советской России и, наконец, мелкую "рябь" циклов российской законодательной и исполнительной власти.

Изучение ритмов естественной и человеческой истории не дает однозначного ответа на вопрос о взаимодействии и взаимозависимости колебаний разного уровня. Если физические среды - твердая, жидкая и газообразная - служат проводниками волн разной частоты и разных направлений движения, не взаимодействующих между собой (кроме самых близких частот), то в биологической и социальной системах это правило, по-видимому, не соблюдается так строго. Несколько довольно очевидных каналов влияния ритмов верхнего уровня на нижние можно наметить для человеческого общества. Во-первых, суперсистема, находясь в расцвете своих способностей, имеет возможность тормозить или подавлять ритмы низших уровней. И только с ослаблением пресса подчиненные программы "включаются" и начинают циклическое движение. Ярким примером этого служит одновременное начало межнациональных конфликтов и войн в республиках, отделившихся полностью или частично от Советской России. Во-вторых, система высшего яруса может не только "отпустить тормоза", но и активно стимулировать действие программ на подчиненном уровне, замедляя или ускоряя колебательный ритм. Так, конъюнктура на мировом продовольственном рынке в конце прошлого века способствовала превращению Российского Черноземного центра в крупнейшего экспортера хлеба, а мировой топливный кризис середины 70-х годов нашего столетия стимулировал добычу и продажу за границу российской нефти и газа. В-третьих, целенаправленная политика национальной администрации может влиять с помощью экономических и политических рычагов на циклы миграции населения (из деревни в города), циклы обновления оборудования в производстве и т.п. в отдельных регионах страны, замедляя или ускоряя

прохождение очередной фазы. Наконец, конкретные формы и размах, амплитуда колебаний в подчиненных системах в большой степени определяются состоянием системы вышестоящего уровня. Так, семь десятков лет назад отечественная суперсистема снабжала конфликтующие в разных районах группы населения винтовками и пашками, теперь же в горячие точки поставляются истребители и ракеты. Можно предполагать, что наибольшее взаимодействие между уровнями осуществляется в периоды потери устойчивости, то есть в моменты кризисов. Здесь должна происходить резонансная синхронизация ритмов, специфических для систем разных иерархических уровней (Аршинов, Буданов, 1994).

Тем не менее, как показали, в частности, статистические исследования П. Сорокина (см. гл. VI), для социальных систем ритмичность разных уровней иерархии в значительной степени следует своей собственной закономерности.

Представление об иерархической организации циклов заставляет вернуться к вопросу о том, что такое направленное развитие и есть ли отличие между движением по эволюционной и по циклической траектории. Если принять за истину, что "природа не роскошествует законами" и как "наверху", так и "внизу" развитие определяется одними и теми же правилами, то эволюционное "восхождение" представляет собой, скорее всего, лишь видимый нам отрезок еще более длительного цикла - космического, биологического, исторического. И тогда по аналогии с краткосрочными процессами следует предположить, что прогресс жизни и человеческого общества на Земле достигнет в какой-то момент высшей точки и сменится деградацией. В конечном счете все вернется к состоянию, аналогичному исходному. Наука пока не имеет обоснованного ответа на этот вопрос, но сделанное предположение находится в согласии с гипотезой сначала расширяющейся, а затем сжимающейся до сингулярности Вселенной. Возможно, астрофизика подтвердит со временем и другие стороны представления об эволюции мира как системе вложенных друг в друга циклов, подробно разработанного философами Древнего Востока. Согласно этим взглядам, в первой половине большого цикла. Махакальпы, мир развивается в направлении от тонких форм материи, больше отвечающих нашим представлениям об энергии, к более грубым, а во второй половине - обратно. Мы находимся сейчас около точки кульминации и уже немного втянулись во вторую половину цикла. Развитие солнечных систем относится к циклам более низкого порядка, в целом повторяющим круг Махакальпы. Наша система и здесь едва-едва перевалила за середину. Развитие сознающей себя материи, в наше время оформленной в виде человеческой цивилизации, в равной степени подчинено этим космическим ритмам. Происходит процесс "падения" структур в грубую форму материи и последующий выход из нее. Менталитет рационалистического склада развивается симметрично, в противоположной фазе. По некоторым теориям, рационалистическое мышление в дальнейшем будет развиваться в направлении усиления мышления образного. После перерыва, называемого пралайей, своеобразного анабиоза, цикл повторяется. Состыковка научной и эзотерической моделей эволюции - дело будущего. Пока мы можем лишь фиксировать доступными нам методами наблюдения модель развития, где серии периодических или неправильно-периодических колебаний накладываются на тренд, траекторию направленного развития. Возможно, она является лишь участком цикла более высокого порядка.

САМООРГАНИЗАЦИЯ

Эволюцию обычно рассматривают как творческий процесс. Посредством последовательной цепи актов самоорганизации она создает и накапливает новое качество в форме не существовавших ранее структур материальных тел, нового знания, новых программ поведения. Достигается это путем постоянной "игры в кости". Из наличных элементов будущих систем складываются случайные сочетания и затем отбираются наиболее устойчивые из них. Устойчивость здесь понимается как способность существовать в "шумящей" среде, которая испытывает на прочность каждую новую конструкцию, поливая ее дождем разрушающих возмущений.

Конкурирующая гипотеза неслучайной, направляемой эволюции исходит из того, что должны существовать некоторый предопределенный заранее порядок соединения элементов в агрегаты и серия фильтров, подобранных таким образом, чтобы отбор вел развитие к заранее заданному состоянию. В настоящее время не может быть доказана ни одна, ни другая точка зрения, предпочтение определяется, как правило, общей мировоззренческой установкой исследователя. Однако на ход наших дальнейших рассуждений выбор установки не должен повлиять.

Процесс самоорганизации не рассеян равномерно по фазам эволюционного цикла. Наиболее крупные изменения сосредоточиваются в периоды кризисов. На графике эволюции появляются точки разрыва, перехода к новому качеству. Вопреки пословице коней меняют именно на переправе, во время интенсивной перестройки всей системы.

Затем природная или социальная среда устраивает экзамен на жизнеспособность вновь возникшей структуре. Преимущество получают или "толстокожие" конструкции, которые способны "не заметить" внешние возмущения, или структуры, обладающие свойством активно их нейтрализовать посредством положительной или отрицательной обратной связи.

Программа самоусиления требует роста потребления "строительных материалов" и энергетических ресурсов, при этом структура не может не вступить в соревнование с другими потребителями тех же ресурсов.

Положительная обратная связь в принципе предполагает бесконечное разрастание системы и подавление конкурентов. Однако потоки энергии, вещества, а также жизненное пространство (территория) не бесконечны. Одновременно возрастает отпор соседних систем, и в какой-то момент достигает порога запас прочности внутренних связей системы. Рост тормозится. Если структура достигла своего "потолка", но не развалилась, то

свойство неограниченного развития может превратиться в пружину, поддерживающую параметры системы на высшем достижимом уровне. Примером может служить продукция биомассы биоценоза, достигшего климаксного состояния. Программа ухода от равновесия превращается в программу стабилизации системы, удаленной от равновесия, более мощную, чем какая-либо другая. В других случаях система, не выдерживая чрезмерного напряжения роста, саморазрушается (военный конфликт, народонаселение в стадии демографического взрыва). Образец быстрого развития, стабилизации и последующего быстрого распада диссипативной структуры дает динамика четвертичного оледенения. По палеоклиматическим данным, полученным при бурении антарктического ледника, график эволюционного цикла последнего (вюрмского, валдайского) оледенения имеет характерную для диссипативных структур форму столовой горы с крутыми откосами и плоской вершиной (Котляков, 1994).

Под действием нелинейных связей идеализированный график эволюции становится дискретным, переходные фазы - более короткими.

Участие положительных обратных связей - программ самоусиления - не обязательно при смене одного цикла другим. Переход от одного типа почвообразовательного процесса к другому происходит во многих случаях плавно, без резких перепадов (см. гл. IV). Но, по-видимому, по мере движения от абиотических систем к биологическим и далее к социальным роль диссипативных структур повышается. В конце этого ряда неуравновешенный человеческий психический материал социальных структур склонен каждый переходный процесс проводить по схеме самовозгорания, взрыва, и такого же быстрого остывания, когда интерес к событию теряется. Иллюстрацию сказанного можно получить, проследив динамику политической активности населения России после демократических преобразований в стране.

КРИЗИС-СМЕНА ПРОГРАММ

Как следует из предыдущего, модель эволюционного процесса можно построить из следующих элементов:

а) потока свободной энергии, достаточного не только для ежедневного функционирования открытых систем, но и для осуществления структурных перестроек;

б) колебательного контура, программы, основанной на отрицательной обратной связи с задержкой;

в) пары дополнительных друг к Другу параметров, испытывающих колебания в противоположных фазах, которые можно рассматривать как показатели порядка и хаоса;

г) случайных или целенаправленных хаотизирующих воздействий на систему (шума). Шум необходим для выполнения трех задач: расшатывания или разрушения чрезмерно законсервировавшихся систем, задачи творческой - создания новых структур и задачи контрольной - отбора наиболее жизнеспособных из них;

д) программ самоусиления, основанных на положительных обратных связях. Программа самоусиления не представляется обязательной для разворачивания эволюционной траектории. Как мы видели, наличие в структуре положительных обратных связей делает процесс перехода к новому качеству быстрым. Он сопровождается ощутимыми разрушениями ранее созданных конструкций, отвечая общепринятому представлению о кризисах. Но мы знаем и примеры переходов от одной системы к другой без самоусиления, постепенных; е) иерархии колебательных контуров. Все сказанное относится преимущественно к кризисам, вызванным ходом внутреннего развития систем. Принято выделять также внешние причины, не имеющие отношения к саморазвитию. Для мира растений и животных внешней причиной кризиса могут стать, как считают палеонтологи, падение крупного метеорита на Землю, мощное извержение вулкана, изменение солнечной постоянной, смена полярности магнитного поля Земли. Отдельный этнос воспринимает неспровоцированную войну как внешнее возмущение. Все это действительно имеет место. В серьезных случаях, по-видимому, очередной этап эволюции может быть задержан внешней причиной, закончиться раньше времени или пойти по новой программе. Можно представить себе нить эволюции вообще прерванной в результате природной катастрофы. При всем том нельзя не принять во внимание, что каждый объект, который живет и развивается в нашем мире, получает при содействии естественного отбора большой запас прочности.

Поэтому чаще всего внешние причины приводят к реальным трансформациям в системе лишь в тех случаях, когда она уже подготовлена к этому ходом собственного развития. Биологи знают, как при всем желании трудно, если не невозможно, избавиться от процветающей популяции животных или растений даже с использованием всех достижений современной науки и техники. Удачно проведенная интродукция зверя в новые для него местообитания оказывается необратимой. Волки, крысы, тараканы, сорные травы благополучно переживают атаки разгневанного человека. Истребление мамонтов удалось палеолитическим охотникам скорее всего потому, что последние популяции гигантов были обречены на исчезновение ходом собственной истории.

К этому можно добавить, что логика эволюционного процесса подсказывает закономерное уменьшение роли внешнего случая в управлении развитием. Последовательно повышается гибкость систем, устойчивость их к шуму, автономия. Чем более совершена система, тем больше она управляет своим собственным движением по антиэнтропийному пути.

Устойчивость систем против шума - обоюдоострое оружие. С одной стороны, только сопротивление среде позволяет системам выжить в неспокойном мире. Но, с другой стороны, слишком высокая неуязвимость лишает живые и неживые конструкции чувствительности к изменениям среды. В то время как весь мир вокруг таких систем продолжает эволюционировать, они в какой-то момент оказываются отставшими, ретроgrадами, уже не способными адаптироваться к новому окружению. Чрезмерный консерватизм, как и чрезмерный либерализм, оказывается смертельным не только в политике. Способность в нужный момент менять устаревшую программу, как змея меняет старую кожу, - одна из величайших находок эволюции. Эта способность не позволяет системе

сваливаться в тупиковые траектории как в одну, так и в другую сторону, в чрезмерную стабильность и в чрезмерную динамичность. В таком контексте мы получаем право говорить уже не о неизбежности или закономерности, а о "пользе" кризисов. Механизм смены программ дает возможность системам использовать преимущества стабильного состояния и при этом не отстать от общего хода развития суперсистемы, соседних одноранговых систем.

Преимущества фазы "застоя", по-видимому, состоят в возможности развить до предела все выигрышные механизмы и свойства существующей конструкции, развернуть во всей иерархической пирамиде отвечающие ей подсистемы. Фазы идиоадаптации в истории живого вещества позволяют каждому таксону организмов испытать себя во всем разнообразии условий, предоставленных географической средой, и заполнить все не использованные ранее лицензии. Инерционный период в этногенетическом цикле отличается расцветом "мирных" профессий, богат достижениями искусства, архитектуры, литературы, торговли.

Но природа пробует и другие возможности. Системы, не выработавшие мощных механизмов саморегулирования, в определенном интервале сохраняют пластичность основной конструкции на всем отрезке своей жизни. Таковы, например, структуры многих типов почв, таковы некоторые классы растительных ассоциаций - луговых, степных, где отсутствуют сильные эдификаторы-доминанты. Подобные системы способны к непрерывной адаптации. "Ползучая эволюция" обеспечивает им постоянно максимальную гармонию со средой. Но опыт показывает, что и здесь рано или поздно будет перейден порог устойчивости, кардинально меняющий основные параметры системы. Эластичность луговых биоценозов не избавляет их от резкой смены лесными ассоциациями, когда последние становятся более конкурентоспособными.

В обществе, вероятно, никакая национальная группировка не может существовать без консервативного начала - самобытных традиций, фольклора, этнического самосознания. Но определенные прослойки, не "отягощенные" всем этим грузом, без корней в прошлом, существуют и здесь. Это бродящие нищие, "бичи". в определенной степени сезонные рабочие, строители, лесозаготовители, старатели-золотодобытчики. Приспособленность этих людей к сложным условиям может вызывать восхищение, но в результате повышенной гибкости стимула к эволюции у таких сообществ нет.

Возможно, чередование фаз устойчивости и быстрых переходов к новому позволяет в наибольшей степени соединить положительные стороны того и другого режима. Критерий оптимизации в этом случае довольно очевиден, он имеет минимаксный характер: наибольшая скорость антиэнтропийной эволюции при наименьшем риске порвать нить развития. Периодические кризисы обеспечивают в таком синтезе устойчивости и изменений быстрый, то есть наиболее экономный, переход от одной ступени стабильного состояния к другой. В этом смысле и следует понимать кризисы как явление, полезное для эволюции.

И еще одно соображение. Системы, способные лишь к плавным изменениям, продвижению к новому микроскопическими шагами, едва ли приобретут когда-либо радикально новые качества, не пройдя фазу неустойчивости, фазу структурных и энергетических потерь, то есть не пройдя через глубокий кризис.

Абсолютная монархия никогда не превратится в демократию посредством реформ. Современные антидарвинисты и последователи "синтетической эволюционной теории" не случайно различают "микрорезволюцию" - посредством "реформ" и "макрорезволюцию" - посредством революции, скачка, сальтации. Без кризиса едва ли живые организмы были способны освоить механизм фотосинтеза, воздушного дыхания, обитание в воздушной и глубоководной среде и т.п. Это значит, в добавление к сказанному раньше, что кризисы выполняют не просто полезную, а необходимую функцию переключателя, когда речь идет о смене не отдельных команд в программе, а смене целого блока программ на новый.

ЭВОЛЮЦИЯ КРИЗИСОВ

Таким образом, кризисы - логически оправданная фаза в развитии мира. Предыдущее изложение имело целью показать - больше на примерах, чем методом дедуктивного доказательства, что ряд общих закономерностей возникновения и протекания кризисов проявляется на всех уровнях организации материального мира.

Естественно, возникает вопрос: что нового вносит в этот процесс каждая следующая ступень совершенства систем?

При всем поразительном сходстве протекание кризисов на разных уровнях не может не различаться уже из-за различий материала, "кирпичей", из которых эволюция строит свои системы. Везде в критических точках происходит смена программ поведения систем и их элементов, но сами эти программы видоизменяются и усложняются после каждой удавшейся самоорганизации. Что важно в этом смысле в свойствах материала?

На уровне неживой природы материя проявляет "покорность" относительно хорошо исследованным законам физики и химии: законам термодинамики, перехода энергии из одного вида в другой, законам взаимодействия физических полей и распространения колебаний и т.д. Все это создает впечатление, что этот мир детерминирован начальными условиями движения и почти полностью предсказуем. Правда, серьезную брешь в этих представлениях пробила квантовая механика с ее принципом неопределенности и неким подобием "свободной воли" электронов, обнаруживаемым при прохождении их через диафрагму. Не укладывается в детерминистическую парадигму и спонтанное порождение виртуальных частиц вакуумом. Тем не менее программы поведения физических частиц и тел выглядят относительно простыми.

Мир живой материи, даже на уровне простейших, вносит в поведение объектов эволюции важные изменения. Здесь начинает играть выдающуюся роль прежний опыт элементов-организмов, опыт, записанный в генетической памяти. Память - специализированный информационный блок системы - способен принимать, хранить и выдавать для реализации значительно более сложные программы, чем физико-химические структуры

атомов, молекул и кристаллов. Простейшие несут в себе программы адаптации к среде, размножения, избегания опасности, способны выработать простейший вариант программы "цель" (цель - выжить).

В отличие от абиотических объектов живая материя способна заложенную в память информацию реализовывать не в единственном цикле развития, поколении, а передавать вместе с генами для многократных воплощений в материальной форме. Вместе с этим свойством возникает наследственность, позволяющая превратить эволюцию одиночных систем, онтогенез, в эволюцию цепочек организмов. При этом в огромной степени расширяются, становятся практически неограниченными возможности совершенствования программ развития на основе самоорганизации.

Развивая свойства приспособления к среде, высшие растения приобретают способность к индивидуальному обучению в простейших формах, к усвоению опыта, переданного от других особей того же вида (Казначеев, 1994), к элементарному прогнозированию внешних событий (Хильми, 1966).

Новое качество поведения животных дает развитая нервная система, аппарат управления движением в пространстве и моделирования жизненных ситуаций. Это позволяет высокоразвитым животным не только осуществлять сложное коллективное поведение, воспитывать потомство, но и решать несложные с нашей точки зрения логические задачи. Так, если волк, преследуя зайца, заметил, что тот, перед тем как скрыться, повернул в сторону от прежнего курса, он тоже меняет ориентир, направляясь к упрежденной точке, чтобы "вслепую" решить задачу встречи (выражение из лексикона зенитчиков).

Дальнейшее развитие биокомпьютера-мозга позволило его обладателю, человеку, перейти на качественно новую ступень: развить в дополнение к генетической природной еще и "внешнюю" память в форме письменности, архитектуры, предметов быта и искусства. В результате эволюция биологическая оказалась замещенной более стремительной эволюцией культуры. В связи с этим человек приобрел способность ставить и выполнять не только сиюминутные цели, связанные с примитивными желаниями, но и цели далекие, порой на несколько поколений вперед. Отдельные выдающиеся личности приобрели способность усилием воли подчинять себе физиологические процессы в собственном организме и некоторые физические явления во внешнем мире. В свете сказанного могут найти свое объяснение и особенности кризисов, возникающих на пути развития систем разного уровня сложности. Системы абиотические переживают смену программ поведения, как правило, в точках фазовых переходов, при достижении пороговых состояний. Если положение порога зависит от одной или двух независимых переменных, то момент кризиса легко предвычисляется. Так происходит смена гравитационного притяжения на тепловое отталкивание в моменты формирования космических тел, так хаотическое тепловое движение сменяется крупномасштабной турбулентностью в мантии Земли. При накачивании кристалла рубина энергией происходит мгновенный переход от хаотических флуктуаций атомов в ячейках кристалла к согласованному, когерентному поведению, сопровождающемуся испусканием монохромного пучка света.

В мире организмов состояния особей не так однозначно определяются параметрами среды и фазовыми порогами. Смены программ могут оказаться "плавающими" во времени благодаря способности организмов к адаптации, включению механизмов саморегулирования. Моменты инцистирования одноклеточных организмов и перехода от анабиоза к активному состоянию зависят, например, не только от температуры, влажности среды, потока питательных веществ, но и от запасов, накопленных самим организмом. Очевидно, предыстория организма становится существенным фактором в возникновении кризиса.

Растительное царство на своих высших ступенях еще дальше продвигается в сторону нейтрализации внешних возмущений. Растительность умеренных и холодных климатических зон дважды в год производит смену своих программ. Однако свойство запоминания прошлого опыта позволяет организмам заранее подготовиться к наступлению холодного или сухого сезона и тем смягчить разрушительное действие смен. Память о редко и нерегулярно наступающих событиях фиксируется в форме запасных программ, которые вступают в действие лишь при наличии особых сигналов. К таким резервным программам относятся, например, спящие почки, укоренение надземных вегетативных частей растений и др. У растений появляется способность к элементарному коллективному поведению, например, в ходе межвидовой конкуренции. Переключение биоценотического триггера с одного доминанта на другой, то есть смена программ, происходят уже на уровне не особи, а популяции. В критических точках отключаются или, наоборот, вводятся в действие такие сложные программы, как симбиотические взаимоотношения с растениями других видов, с животными, аллелопатические взаимосвязи. В этих программах большое развитие получают механизмы самоусиления.

Для животных смена программ поведения часто отражает смену целей, выработанных предварительно нервной системой организма. В подготовку и осуществление программ включается аппарат эмоций. Он позволяет, с одной стороны, более тонко оценивать опасность наступления критической ситуации, а с другой, из-за легкого перехода к возбуждению и обратно, может подвергать животное дополнительной опасности. Некоторым животным, как и людям, свойственна паника, стрессовое состояние. Получает развитие согласованное поведение в стаде или стае, которое, однако, может смениться хаотическим массовым "безумием". Массовые миграции грызунов: леммингов, белок - проявления такого психогенного кризиса, до сих пор плохо объясненные зоологами. Вместе с тем гибкость программ поведения животных позволяет им избегать многих критических ситуаций, скажем, в случае климатических бедствий, или смягчать их последствия.

Создав новую ветвь эволюции, эволюцию культуры, человек одновременно получил богатые возможности для формирования критических ситуаций в новой области. Кризисы политические, экономические, кризисы в живописи, музыке, кино, в литературе, кризисы отдельных режиссеров или жанров сопровождают нас на

каждом шагу. При этом кризисы биологической природы - эпидемии, демографический кризис в сторону перенаселения или полного вырождения — также не оставили человечество, а скорее, усилились. Особенность всех этих кризисов заключается в том, что они происходят сразу в двух плоскостях: в физическом воплощении и в области ума, психики, эмоций, воли, короче говоря, на духовном уровне. Соединяясь вместе, ослабляя друг друга, а чаще усиливая, дополняясь определенной свободой в принятии решений, эти факторы делают кризисы в человеческом обществе трудно прогнозируемыми, многоплановыми. Кризисы в отдельных сферах деятельности людей могут совпадать достаточно жестко, могут совпадать частично, развиваться в противоположных фазах или быть практически независимыми. Глубокая иерархичность общества, иерархия ритмов, иерархия целей - близких и далеких приводит к еще большему разнообразию линий эволюции и связанных с ними критических фаз. При этом, однако, можно во всех этих сплетениях найти общий знаменатель. Им оказываются рефлексия, осознание людьми своих прошлых и нынешних состояний и попытки избежать кризисов в дальнейшем.

Используются методы укрепления существующих систем, что способно оттянуть очередную смену программ и одновременно увеличить ее разрушительный потенциал. Чем прочнее система, тем глубже разрушающий ее кризис. Деятельность по укреплению государственных систем, идеологических, религиозных организаций, как правило, имеет такую направленность. Вместе с тем в силу эгоистической заинтересованности в результатах деятельности практически каждое учреждение в рамках общества приобретает свойства диссипативной структуры, использующей все средства для самоутверждения и подавления конкурентов. Следствием этого служит то, что, несмотря на стремление избежать кризисных явлений, смены программ проходят у людей более стремительно и бурно, чем где-либо в природе. Искусственно накопленные напряжения приобретают такую величину, что при смене программ нередко "вместе с водой выплескивают из ванны и ребенка" - полезную для общества информацию, важные элементы культуры и ее творцов. Революции в России служат этому лучшим примером.

Возможно, наиболее знаменательной отличительной чертой эволюции человеческого общества надо считать способность людей сознательно планировать свое развитие, ставить цели и достигать их. При этом цель "выжить и оставить потомство", которой, можно думать, следует одушевленная природа, уже не составляет единственный и даже главный стимул наших действий. Скорее, большинство вновь выдвигаемых целей сводится к формуле "жить лучше, еще и еще лучше". Под этим подразумевается обычно увеличение комфорта, личной независимости, материального благополучия. Роковым образом преследование этих целей привело к нарастанию глобального экологического кризиса и с ним вместе - кризиса цивилизации. Остро встал вопрос об управляемости эволюционного процесса усилиями "изнутри" и в первую очередь - управляемости в критические периоды.

НОВЫЙ ЦИКЛ ЭВОЛЮЦИИ

Глобальный кризис конца XX в. возник в период смены программ эволюции сразу на нескольких уровнях: на общеземном, на уровне Европейского и, возможно, Исламского суперэтносов (окончание циклов) и на уровне Российского суперэтноса (промежуточный кризис третьего порядка).

Современным кризисом затронуты все отрасли и грани человеческой культуры: экономика, идеология, политика, мораль, право, искусство, философия, экология, религия, межнациональные отношения. Благодаря развитой системе коммуникаций и географического разделения труда практически все страны и народы оказались включенными в единую систему мирового сообщества. Это не оставляет кому-нибудь из них шансов "отсидеться в стороне". Вероятно, впервые в истории кризис принял всемирный размах.

По ряду признаков можно считать, что кризис современной нам цивилизации представляет собой ворота в новый эволюционный цикл, по рангу эквивалентный возникновению человеческой культуры, точнее - материальной культуры (см. гл. VI). Как ветвь культуры отделилась от биологической эволюции, так в наши дни происходит отделение следующей ветви - духовной культуры - от общего ствола эволюции человеческого общества (рис. 54). Основным объектом развития становится не вмещающая человека рукотворная материальная среда, а сам человек, его нематериальное содержание: разум, идеи, эмоции, воля, способности. Это многовековой путь. Первые симптомы перехода к приоритету духовного начала над материальным демонстрирует нам история Индуистского и Буддийского суперэтносов. В будущем столетии прогнозируется очередная смена стандарта рационального европейского мышления с приоритетом материальных ценностей на преобладание ценностей духовных, отвечающих идеалистическому (идеациональному по П. Сорокину) складу мышления.

Увы, можно предположить и сценарий самого радикального выхода из букета современных кризисов - самоуничтожения человечества вместе с большинством обитателей Геосферы. В этом случае соседи по разуму смогут получить наглядный урок, как не следует использовать данную нам величайшую способность мыслить.

ДОПОЛНИТЕЛЬНОСТЬ СТРУКТУРЫ И ЭНЕРГИИ

Взаимообусловленность процессов созидательных и разрушительных составляет, возможно, самую главную закономерность эволюции систем. Понижение энтропии, в широком смысле - меры хаоса, в какой-то точке пространства с неизбежностью оплачивается повышением ее где-то по соседству. Кристаллизация вещества представляет собой рост организованности системы, но в термодинамическом отношении этот рост возмещается падением системы в "потенциальную яму", обеднением ее свободной энергией, что равносильно росту энтропии, хаотизации.

Без рассеяния энергии не может возникнуть совершенная структура, без возрастания термодинамической

энтропии нельзя уменьшить энтропию взаиморасположения молекул. Это общее правило. Одна из закономерностей биологии состоит в том, что обмен веществ в живом организме влечет за собой деградацию окружающей среды. По образному выражению Э. Шредингера (1947), живые организмы "питаются негэнтропией", т.е. "высасывают" порядок из солнечной энергии, из окружающих химических веществ и соседних организмов, усиливают их дезорганизацию. Возникновение новых видов растений и животных вносит возмущение в сложившиеся биоценотические системы и дает толчок длительному процессу поиска новых состояний равновесия. Менее приспособленные виды при этом могут исчезнуть, не выдержав конкуренции. По представлениям К. Лоренца (19926), приобретение человеком способности к абстрактному мышлению было сильнейшим потрясением для биосферы и для самого первобытного общества. В этот момент инстинкт агрессии, мирно работавший на выживание индивидов, скачком обогнал по своим разрушительным возможностям инстинкты сохранения популяции, вида и в наши дни поставил под угрозу само существование человечества. Зарождение и утверждение новых этнических групп, утверждение новых религий, новых идей в философии и науке всегда сопровождаются борьбой, обильным кровопусканием, преодолением консервативных сил, охраняющих структуры предыдущего поколения. Возникновение покрытосеменных растений ознаменовалось разорением в царстве голосеменных, животный мир навалился грузом на мир растений, человеческое общество беспощадно давит тех и других, за рост городов мы расплачиваемся утратой традиционных форм культуры, укрывавшихся в деревне. Переход к интенсивным формам ведения сельского хозяйства, к применению химии неизбежно влечет разрушение естественных механизмов самовосстановления природных и полуприродных систем. Новые технологии в промышленном производстве разрушают не только отставшие в конкурентной гонке отрасли, но вносят возмущение и в сферу производственных отношений. Роботизация и компьютеризация промышленности отозвались сокращением рабочих мест, разрушением установившихся связей в области разделения труда.

Примеры, число которых можно умножать бесконечно, показывают, что в окружающей нас действительности всякий вновь возникающий порядок должен оплачиваться уменьшением порядка в каких-то других структурах. Существует, похоже, некий всеобщий эквивалент, аналогичный денежным знакам в человеческом обществе, которым оплачивается эволюционный прогресс. Если так, то в материальном мире, как и у людей, сумма реализованного в упорядоченных структурах порядка (аналог произведенных товаров) и потенциального порядка (аналог всей денежной массы) на каждый момент времени - фиксированная величина, так сказать, всеобщее богатство Мира. Что же представляет собой этот эквивалент?

Классическая физика утверждает, что работа, которая и есть замена одного порядка другим или замена беспорядка порядком, равноценна затраченной на нее энергии. Термодинамика уточнила эту формулу. Затрачивается не всякая энергия, количество которой постоянно, а свободная энергия. Трата энергии состоит в ее переходе в неработоспособное состояние, деградации. С позиций квантовой физики деградация порции энергии заключается в том, что когерентное, упорядоченное движение (реальное или потенциальное) частиц вещества или квантов излучения превращается в беспорядочное, хаотическое. Хаос, тепловая толкучка частиц вещества или энергии, никакого порядка создать уже не может. Это обесцененная валюта.

В свою очередь, упорядочение и хаотизация в вещественном мире проявляет себя в построении или разрушении структур. Можно дворец превратить в груды битого кирпича и живой организм - в собрание мертвых молекул и наоборот: из деталей построить здание, из набора химических элементов вырастить живое существо. Всякая структура - это более или менее жесткая зависимость материальных элементов друг от друга. Проявления зависимости мы фиксируем как во взаиморасположении предметов в пространстве, так и во взаимосогласованном изменении их во времени. Переход от одного уровня согласованности на другой может быть описан как изменение количества беспорядка (энтропии, в нормированном выражении - E/E_{max}) или количества порядка (избыточности $R = 1 - E/E_{max}$). Эти величины изменяются одна за счет другой, сумма их равна единице. Дополнительные пары порядок-беспорядок взаимодействуют и превращаются друг в друга, как было сказано, и в сфере движения, энергии, и в сфере статики, материальных структур. Эти две сферы существуют не независимо друг от друга. Усиление порядка в системе возможно лишь при условии, что на это действие затрачено эквивалентное количество порядка энергетического, свободной энергии. Рассмотренные выше примеры внушают мысль, что сумма порядка, содержащегося в структурах материального мира, и порядка, заключенного в движении материи, то есть в энергии, и есть то совокупное богатство Вселенной, которое остается постоянным, лишь переходя из одного вида в другой.

Сразу возникает возражение. Известно, что совсем не обязательно энергия, переходя в хаотизированное состояние, оставляет за собой более упорядоченные структуры по сравнению с теми, что существовали раньше. Действительно, создается впечатление, что пожар и дом уничтожает, и энергию рассеивает. Количество порядка уменьшается, не оставляя ничего взамен.

Возможен, однако, другой взгляд. Деградация энергии сопровождается, как известно, снижением ее пространственной концентрации, увеличением однородности распределения. С ростом однородности структуры количество содержащейся в ней информации, то есть количество порядка, увеличивается. Гипотетическая Вселенная, погибшая от тепловой смерти, будет характеризоваться максимальным хаосом в сфере движения, энергетики, и максимальным порядком в сфере структуры. Подобно тому, как прошедшие цикл пенеппенизации (выравнивания) горы теряют весь свой запас свободной потенциальной энергии и получают взамен идеальный порядок в сглаженном рельефе.

При таком расширенном представлении о порядке и хаосе мы получаем право утверждать, что всякая

деградация энергии сопровождается повышением порядка в соответствующих структурах. Надо лишь различать два вида траекторий, ведущих к порядку. В первом случае структура вещества или поля становится более сложной, во втором - более простой. В формуле Шеннона первому варианту соответствует увеличение исходного разнообразия явлений, из которых делается выбор, второму — уменьшение. Упорядоченность пространства может быть следствием как творческого созидания новых структур, так и их упрощения, разрушения. Потенциальный порядок, который содержат в себе движущиеся частицы и кванты, при совершении работы перекодируется в порядок структурный и распределяется между порядком созидания и порядком разрушения. Наше исходное предположение о том, что количество порядка, если его измерить информационной мерой, остается постоянным, таким образом, не опровергается.

Еще одно затруднение, с которым встречается постулат сохранения количества информации, состоит в том, что в мире структур хаотизация и увеличение организованности обратимы, а в мире энергетическом движение возможно лишь в одну сторону, к деградации. О несимметричности в превращениях говорит второе начало термодинамики, принцип Карно-Клаузиуса-Больцмана. Благодаря этому любая закрытая система способна только повышать свою энергетическую энтропию. Циклические траектории развития благодаря этому оказываются не полностью замкнутыми. В конце цикла всегда свободной энергии содержится меньше (точнее, не больше), чем в начале. Указанное правило выполняется в равной степени для технических процессов, таких как рабочий цикл паровой машины (цикл Карно), для эволюционных циклов небесных тел, для развития организмов от рождения до смерти, развития этнических общностей, для Кондратьевских экономико-технологических циклов. Эквивалентность структурного и энергетического порядка оказывается сомнительной, если, как в тоталитарном обществе, потребитель может что угодно купить на свои деньги, но не имеет права снова продать купленную вещь, как это происходит в условиях рыночных отношений.

Проблема станет разрешимой, если окажется реальностью предположение о пульсации Вселенной, сжатии, сменяющем расширение, что, как говорилось, допускается общей теорией относительности. Фаза расширения, в которой нам предписано судьбой жить и размышлять о своей эволюции, проходит под знаком общего обесценивания и рассеяния энергии в пространстве. Вселенная - единственная известная нам полностью замкнутая система. Если два процесса - хаотизации движения и упорядочения структур — соотносятся по закону взаимной дополнителности, то в такой системе неминуемо будет выполняться их полная симметрия. Когда разбегание мира сменится его сжатием, должен измениться на обратный и общий вектор преобразований. Преобладающим станет увеличение когерентности (согласованности) движения, траектории которого все больше будут ориентироваться в направлении к общему космическому центру тяжести. Большой цикл развития Вселенной в этом случае можно описать двумя антагонистичными друг другу кривыми (рис. 55). Кривая выпуклая вниз изобразит эволюцию порядка, заключенного во всех видах движения, кривая выпуклая вверх - изменение порядка в структурах. Во второй половине этого цикла каждый частный циклический процесс, оставаясь несимметричным, будет оставлять по завершении уже не недостаток, а избыток энергетического порядка и дефицит порядка структурного ("антивторое начало"). Другими словами, мы предполагаем, что второе начало термодинамики существует как всеобщий физический закон лишь пока происходит разбегание Вселенной. Макросистема воздействует таким образом на более низкие уровни системной иерархии. Образно говоря. Космос проникает в наш быт через второе начало. Для частных циклов симметрия, полная замкнутость, показанная на рисунке, не выполняется из-за того, что они накладываются на восходящие или нисходящие фазы циклов высших уровней.

Из такого наложения и составляются необратимые спиралеобразные траектории многочисленных ветвей единой эволюции.

В свете высказанной гипотезы проблема кризисов получает новое звучание. Свое место в эволюции кризис находит как звено, соединяющее два цикла развития. В месте соединения происходит не просто смена программ, как было постулировано раньше, а смена вектора хаоса и порядка. Окончание предыдущего цикла имеет преимущественно разрушительную направленность в отношении структур и созидательную - в отношении энергии. Когда максимум кризиса (очередной Большой взрыв) проходит, начинается строительство новых материальных конструкций, но это происходит за счет падения упорядоченности в запасенном резерве энергии.

В каждый момент система содержит в себе оба начала, но не всегда они лежат на поверхности, чаще мы обращаем внимание лишь на одну сторону явления. Разрушенный войной или пожаром город предстает наблюдателю как явление чистого регресса, упадка. Но для архитектора развалины домов и кварталов заключают в себе не существовавший ранее потенциал творчества, возможности создания совершенно новых ансамблей, отвечающих новым строительным возможностям, новым идеям и духу времени.

Как уже говорилось, материальные структуры не только потребляют свободную энергию, но и сами воздействуют на ее потоки. Возникший при совершении работы порядок может возвращаться в сферу движения. Каждое тело становится ловушкой для тепловой энергии, когда нагревается, для кинетической энергии, когда получает ускорение, для гравитационной и электростатической энергии, когда раскалывается на части. Проходящие через материальную конструкцию энергетические потоки меняют направление, концентрируются, как в стволе ружья, как в кровеносной системе организмов. Жизнь и многие системы абиотической природы направляют свободную энергию на укрепление, размножение и усовершенствование своих собственных структур.

Взаимодействие порядка, заключенного в двух сферах, в движении и в структурах, составляет существо

эволюционного процесса. Структуры, устойчивое, консервативное начало инь программируют революционное энергетическое начало ян, которое, со своей стороны, отдает организованность на построение новых систем. Вселенная развивается как огромная диссипативная структура, направляемая в общем движении положительной обратной связью. Но в течение цикла происходит постепенное изменение знака связи на обратный, происходит частичное саморазрушение систем. И одновременно - повышение энергетического потенциала. Это обстоятельство не позволяет завершить цикл полным крахом. Кризисная фаза становится моментом преодоления, где творческое начало энергетического запаса становится более действенным, чем тенденция хаотизации структур. Пострадавшие структуры не только восстанавливаются, но и модернизируются, начинается следующий эволюционный цикл. Мы еще недостаточно знаем, в какой форме движутся, накапливаются и взаимодействуют с веществом энергия биологической природы и энергия социальных явлений. Разработка этих проблем принадлежит будущему. Но феноменология кризисов позволяет видеть на всех уровнях материального мира проявления одной и той же закономерности. Она заключается во взаимодействии порядка, содержащегося в энергии, и порядка в материальных структурах.

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОБЛЕМЕ КРИЗИСОВ

Было бы нелогично, написав работу о критических состояниях земных и космических систем, не связать рассматриваемые факты с синергетикой, междисциплинарным направлением науки, описывающим незамкнутые нелинейные иерархические системы любой природы. В области естествознания существуют альтернативные названия дисциплины. Кто-то предпочитает говорить о нелинейной динамике, или теории диссипативных систем, теории открытых систем, теории динамического хаоса и самоорганизации. С философской точки зрения синергетика посвящена рассмотрению становящегося Бытия, самого Становления, механизмов и их представления. Но Становление в иной интерпретации и есть кризис системы, смены одного устойчивого типа функционирования на другой.

В усеченном варианте можно предложить семь основных принципов кибернетики.

Два из них - принципы Бытия: 1) гомеостатичность и 2) иерархичность. Они характеризуют фазу стабильного функционирования системы. В этой фазе, согласно принципу иерархического подчинения Е. Хакена, долгоживущие переменные подчиняют себе короткоживущие. Наличие диссипативных структур — аттракторов - позволяет системе стабильно функционировать.

Следующие пять принципов касаются Становления: 3) нелинейность, 4) неустойчивость, 5) незамкнутость.

Этих трех "НЕ" всячески избегала классическая методология, но именно они позволяют системе войти в созидательную хаотическую фазу развития. Обычно это происходит за счет положительных обратных связей; 6) динамическая

Анатомия кризисов/ А.Д. Арманд, Д.И. Люри, В.В. Жерихин и др. - М.: Наука, 1999. - 238 с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вспомним поставленные в начале нашего исследования вопросы и попробуем дать на них краткие ответы

ОТКУДА БЕРУТСЯ КРИЗИСЫ?

Переход систем через кризисные фазы, во время которых происходит смена программ развития, предопределяется двумя фундаментальными свойствами окружающего нас материального и идеального мира. Первое состоит в том, что характеристики живых и неживых систем с течением времени направленно изменяются, накапливая рассогласованность между системой и ее средой или между блоками системы, неустойчивость. Нередко видимой причиной неустойчивости оказывается накопление в структурах физической, биофизической, психической энергии. Тут возможно постепенное повышение риска не устоять против внешних возмущений в результате потери системой свойства эластичности. О причине последовательного накопления неустойчивости современная наука не имеет ответа.

Второе фундаментальное свойство знакомого нам мира состоит в наличии порогов, точек бифуркации, таких состояний вещества и сложных систем, в которых резко меняется комплекс ведущих параметров: плотности, упругости, оптических свойств (фазовых переменных) абиотических систем, характерного поведения, биоценологических взаимодействий в системах живых, психической устойчивости в социуме. Нередко наличие порога можно объяснить в конкретных случаях на основе анализа особенностей элементов и связей в системе, но общего правила возникновения порогов мы также не знаем.

Кризисы- это, в общем случае, результат пересечения эволюционирующими системами пороговых точек.

НЕИЗБЕЖНЫ ЛИ КРИЗИСЫ ИЛИ ЭТО РЕЗУЛЬТАТ ЧЬЕЙ-ТО НЕБРЕЖНОСТИ, ЗЛОЙ ВОЛИ?

В каждой главе монографии явно или неявно ставился вопрос о неизбежности кризисных фаз. Однозначный ответ может быть дан для систем неживой природы. Здесь любое изменение, не имеющее циклического, асимптотического или хаотического характера, рано или поздно достигает порога устойчивости систем и происходит смена программ и структур. Живые организмы в ходе эволюции приспособились к нестабильности внешней и внутренней сред, сделав смену программ (летнего режима на зимний и др.) обыденным явлением, не имеющим характер кризисов. Однако на уровне эволюционных изменений более мягкие или более жесткие "пороги" неизбежно достигаются в ходе накопления новых свойств биоценозами и вызывают хаотизацию систем, сопровождающуюся формообразованием.

Еще более гибкие системы, социальные, не проявляют способности избегать всех встречающихся кризисных ситуаций. Скорее наоборот, неустойчивые состояния сопровождают развитие общества на каждом шагу. Возможно, это связано с увеличением сложности систем, количества аттракторов и переходных состояний между ними.

В ходе исследования все больше обнаруживалось, что кризисы - это не просто непредвиденное, часто неприятное, экстремальное событие на эволюционном пути. Они, как оказалось, выполняют очень важные функции в ходе развития. По-видимому, системы любой природы в короткие кризисные фазы претерпевают наибольшее количество прогрессивных изменений. В некотором смысле эволюция совершается во время кризисов. Полезность кризисов выражается, в частности, в разрушении, хаотизации консолидировавшихся структур, без чего становится невозможным дальнейшее движение. Более устойчивые системы автоматически вызывают на себя более разрушительные кризисы.

Человечество научилось использовать кризисы в своих взаимоотношениях с природой (экологические кризисы) для получения своего рода "займа" у природы. При разумном использовании полученной таким образом прибыли удастся повысить жизненный уровень населения и в значительной степени вернуть "долг", вложив средства в регенерацию ресурсов, прежде чем истощенная природная среда дойдет до катастрофы.

"Небрежность" или "злая воля" становятся причиной краха, когда полученная от использования ресурсов рента бездумно тратится на комфорт, войны, но не на восстановление и развитие продуктивности природного блока системы.

Сказанное позволяет утверждать, что не следует стремиться к ликвидации кризисов. Необходимо стараться лишь уменьшить их отрицательные последствия.

ВЫЗЫВАЮТСЯ ЛИ КРИЗИСЫ ВНУТРЕННЕЙ ЛОГИКОЙ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ИЛИ НАВЯЗАНЫ ВНЕШНИМИ ПРИЧИНАМИ?

Исследование показало, что кризис, с которого начинается большой цикл эволюции систем, цикл онтогенетический, целиком или в значительной степени вызывается причинами, для системы внешними. Это правило относится к возникновению космических тел, организмов, почвенных и других физико-географических систем, этносов и др. Дальнейшая эволюция определяется уже преимущественно программой, которая вырабатывается по ходу развития самой системой. Лишь экстраординарные явления, типа падения метеорита, могут радикально изменить или прервать траекторию развития. Но и в этом случае даже значительное возмущение может быть пережито неживой, живой или социальной системой, если она обладает большим запасом устойчивости, далека от пороговых точек. И только системы (биоценотические, этнические), подведенные собственным развитием к критической границе, легко поддаются разрушению и перестройке. Если проследить, какие изменения претерпевает сам эволюционный процесс при восхождении ко все более продвинутым формам материи и духа, то обнаруживается, что все меньшая роль в возникновении кризисов сохраняется за внешними причинами, все больше они подчиняются закономерностям развития самих систем.

КАК ПРОТЕКАЮТ И КАКИЕ ФАЗЫ ПРОХОДЯТ КРИЗИСЫ?

Общая схема протекания кризисных катаклизмов однообразна, она напоминает процесс горения. Почти всегда удается обнаружить фазу предкризиса, скрытого накопления "горючего материала", фазу вспышки, разгорания, фазу интенсивного горения и, наконец, фазу резкого или асимптотически постепенного затухания процесса. В системах, развивающихся без участия обратных связей, кризисы, разделяющие названные фазы, могут проходить в "бархатном" режиме, постепенно, без заметного ускорения (например, при развитии почвенного профиля). При наличии более жесткого саморегулирования, в частности посредством положительных обратных связей, смена программ происходит бурно, занимает меньше времени. Если при этом связь характеризуется сильно выраженной нелинейностью, то развитие происходит в режиме с обострением. Интенсивность процесса так высока, что система "перепрыгивает" точку равновесия и вынуждена в дальнейшем отступать, теряя часть достигнутых структурой накоплений. Типичный пример такого развития - циклы этногенеза по Л.Н. Гумилеву или циклы развития цивилизаций по А. Дж. Тойнби. В этих случаях фаза затухания кризиса знаменует не столько стабилизацию системы, сколько ее деградацию в определенных отношениях.

ЕСТЬ ЛИ ОБЩЕЕ В СЦЕНАРИЯХ КРИЗИСОВ РАЗНОЙ ПРИРОДЫ ИЛИ КАЖДЫЙ ИЗ НИХ НЕПОВТОРИМ?

Уже предыдущие ответы достаточно ясно показывают, что различие в уровне сложности систем не противоречит наличию общей схемы протекания кризисов. Это позволяет переносить многие заключения, полученные в анализе событий прошлого, на кризисные явления наших дней. При этом, однако, нельзя не принимать во внимание бесприммерно возросшую многомерность, комплексность переживающей кризис нашей цивилизации. Управление ею осуществляется при участии свободной воли людей. Однако пока эта воля не скоординирована, она с успехом выполняет роль информационного "шума", присутствующего на всех нижних этапах эволюции, не более того.

Специфический материал, внешняя обстановка и достигнутый уровень развития придают неповторимость каждому новому кризису, но различия не принципиальны.

ВОЗМОЖНО ЛИ УПРАВЛЕНИЕ ХОДОМ КРИЗИСОВ?

"Отменить" кризисы нельзя, для этого пришлось бы остановить прогрессивное развитие человечества. Смены программ являются неотъемлемой частью эволюционного процесса. Но в наших силах растянуть процесс смены на такой срок, чтобы катаклизм потерял свою остроту и мы успели приспособиться к новым условиям. Болезненность переходного периода - результат того, что превышает порог скорости, с которой люди и вся их

тяжеловесная система жизнеобеспечения (экономика, политические структуры, право, мораль, природные ресурсы) способны следовать за меняющейся программой, ими самими созданной или предложенной им природой. Один из приемов смягчения кризисов — постепенное "выпускание пара", сбрасывание накапливающихся напряжений мелкими порциями. Система не должна быть слишком устойчивой. Провоцирование мелких землетрясений, заблаговременное вложение средств в регенерацию природных ресурсов, реформы в политическом устройстве - вот примеры применения этой тактики.

КАК МЫ "СВАЛИВАЕМСЯ" В КРИЗИС И ВЫБИРАЕМСЯ ИЗ НЕГО?

Кризисы оборачиваются для нас потрясением, когда по своей близорукости, консерватизму или эгоизму мы не склонны реагировать на сигналы, всегда предшествующие взрыву. Период накопления напряжений обычно проходит скрытно. Для выявления признаков опасности требуются желание и воля. Обычно предотвращение скрытой в дымке будущего опасности кажется непроеизводительной тратой сил и средств и отодвигается до предела, пока не грянет гром. В этом коварство кризисов.

Выход из кризисной ситуации тем более требует мудрости и дальновидности общества. Кризис - всегда точка бифуркации, неустойчивости, из которой существует несколько путей выхода. Прогнозировать, оценивать вероятность каждого из них мы умеем еще очень плохо. Мало предсказуемы и результаты наших действий, предпринимаемых для облегчения ситуации. Однако достаточно устойчива закономерность: чем более далекие цели мы ставим себе в фазу выхода из кризиса, тем более безболезненным путем удастся пройти. Этот "далекий" путь оказывается короче тех, при которых ставятся краткосрочные цели. Парадокс объясняется просто: дальновидная политика излечивает болезнь радикально, с меньшим риском рецидивов. Поэтому уместна конкретная рекомендация тем, кто принимает решения: следовать не ближним или среднесрочным целям, а осуществлять тактику дальней мудрости.

ЧЕМ ОБЪЯСНЯЮТСЯ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО КРИЗИСА?

К особенностям современного кризиса человеческой цивилизации мы относим его глобальный характер, совмещение кризисов в разных областях духовной и материальной культуры: в экологии, политике, экономике, искусстве, морали. Сравнение траекторий биологической и социальной эволюций позволяет высказать гипотезу. Она состоит в том, что по своему рангу кризис цивилизации XX в. равен кризису, породившему культуру человека разумного. Тогда от биологического ствола эволюции отделилась ветвь эволюции социальной. Ее содержание составило в основном развитие материальной сферы человеческой деятельности. Теперь мы стоим на пороге рождения следующей ветви - эволюции духовной культуры. Объектом эволюции становится не материальная среда человеческой жизни, а человек собственной персоной, его ментальные и духовные способности.

Признание этого тезиса немедленно ставит перед земным человеческим сообществом конкретную задачу - как можно скорее перейти на систему общественных ценностей, отвечающих новому историческому этапу. Группа высших ценностей, выработанных обществом, - индивидуальная культура, образованность, творчество, нравственность должна оттеснить на второе место группу ценностей, имеющих преимущественно биологическую природу, - материальное благополучие, власть, деньги, удовольствия. От успехов в этом отношении прямо зависят возможность выйти из глобального кризиса с небольшими потерями, частота и разрушительность будущих кризисов.

ЛИТЕРАТУРА

- Александров Г.А. Математические модели круговорота вещества, водного режима и формирования рельефа в болотных экосистемах: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. М., 1985. 24 с.
- Александровский А.Л. Эволюция черноземов в регионе среднего течения Дона в голоцене // Почвоведение. 1984. № 11. С. 5-14.
- Александровский А.Л. Эволюция почв Восточной Европы на границе между лесом и степью // Естественная и антропогенная эволюция почв. Пушине, 1988. С. 82-94.
- Алексеев А.С. Глобальные биотические кризисы и массовые вымирания в фанерозойской истории // Биотические события на основных рубежах фанерозоя. М.: Изд-во МГУ, 1989. С. 22-47.
- Алексеев Ю.Г. Люди и автомобили. М.: Патриот, 1990. 190 с.
- Анчишкин А.И. Наука, техника, экономика. М.: Экономика, 1989. 384 с.
- Аристотель. Политика. М., 1911. 380 с.
- Арманд А.Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем. М.: Наука, 1988. 261 с.
- Арманд А.Д. Механизмы устойчивости геосистем // Механизмы устойчивости геосистем. М.: Наука, 1992. С. 15-26.
- Арманд А.Д. Рукотворные катастрофы // Изв. РАН. Сер. геогр. 1993. № 5. С. 32-39.
- Арманд А.Л., Ведюшкин М.А. Триггерные геосистемы. Препринт. М., 1989. 51 с.
- Арманд Д.Л. Как измерили Землю. М.; Л.: Детгиз, 1941. 192 с.
- Арманд Д.Л. География и рациональное использование природных ресурсов // Советская география в наши дни. М.: Знание, 1962. С. 17-29. (Новое в жизни, науке, технике. Сер. XII, Геология и география).
- Архаическое общество: Узловые проблемы социологии развития: Сб. науч. тр. Т. 1/2. М.: 1991. 328 с.
- Аршинов В.И., Буданов В.Г. Синергетика: эволюционный аспект // Самоорганизация и наука: Опыт философского осмысления. М.: Арто, 1994. С. 229-242.
- Базилевич Н.И. Лесостепные солоды. М.: Наука, 1967. 98 с.

- Базилевич. Н.И., Гребенщиков О.С., Тишков А.А. Географические закономерности структуры и функционирования экосистем. М.: Наука, 1986. 237 с.
- Беклемишев В.Н. Методология систематики. М.: КМК, Sci. press. 1994. 250 с.
- Бердели Т. Кембрийская встряска // В мире науки. 1993. № 2/3. С. 86-87.
- Бердяев Н.А. Смысл истории. М.: Мысль. 1990. 175 с.
- Бертокс П., Радд Д. Стратегия защиты окружающей среды от загрязнений. М.: Мир, 1980. 606 с.
- Бехтерев В.М. Коллективная рефлексология. Пг., 1921. 421 с.
- Бидхем Б. Оборона в XXI столетии // За рубежом. 1993. № 3. С. 8-9.
- Биологический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1986. 832 с.
- Бисноватый-Коган Г.С. Физические вопросы теории звездной эволюции. М.: Наука, 1989. 488 с.
- Блинников С.И. Звезды // Физ. энцикл. слов. М.: Сов. энциклопедия. 1983. С. 197-198.
- Богданов А.А. Тектология: Всеобщая организационная наука. Кн. 2. М.: Экономика, 1989. 352 с.
- Борисенков Е.П., Пасецкий В.М. Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы. М.: Мысль, 1988. 524 с.
- Бродель Ф. Материальная цивилизация, экономика и капитализм (XV-XVIII вв.): Время мира. Т. 3. М.: Прогресс, 1992. 679 с.
- Будыко М.И. Глобальная экология. М.: Мысль, 1977. 327 с.
- Вавилов Н.И. Пять континентов. М.: Мысль. 1987. 349 с.
- Вахрушев А.А., Раутиан А.С. Исторический подход к экологии сообществ // Журн. общ. биологии. 1993. Т. 54, № 5. С. 532-555.
- Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. М.: Наука, 1991. 272 с.
- Вернадский В.И. Живое вещество и биосфера. М.: Наука, 1994. 671 с.
- Вико Дж. Основание новой науки об общей природе наций. М.; Киев: ИСА, 1994. 656 с.
- Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине, 2-е изд. М.: Сов. радио, 1968. 328 с.
- Виппер Р.Ю. Очерки теории исторического познания. М., 1911. 284 с.
- Гальперин С.И. Физиология человека и животных. М.: Высш. шк., 1977, 653 с.
- Геннадиев А.Н. Почвы и время: Модели развития. М.: Изд-во МГУ, 1990. 230 с.
- Глазьев С.Ю. Экономическая теория технического развития. М.: Наука. 1990. 232 с.
- Горшков В.Г. Энергетика биосферы и устойчивость состояния окружающей среды. М.: ВИНТИ, 1990. 239 с. (Итоги науки и техники. Сер. Теорет. и общ. вопр. географии: Т. 7).
- Горшков В.Г., Кондратьев К.Я., Лосев К.С. Природная биологическая регуляция окружающей среды // Изв. Рус. геогр. о-ва. 1994. Т. 126, вып. 6. С. 17-23.
- Горшков С.П. Географическая организация биосферы и проблемы управления природными системами // Природа и ресурсы. 1989. Т. 25, № 1/4. С. 9-25.
- Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. Л.: Гидрометеиздат, 1990а. 526 с.
- Гумилев Л.Н. География этноса в исторический период. Л.: Наука, 1990б. 290 с.
- Гумилев Л.Н. Ритмы Евразии: Эпохи и цивилизации. М.: Экопрос, 1993а. 576 с.
- Гумилев Л.Н. Этносфера: История людей и история природы. М.: Экопрос. 1993б. 544 с.
- Гумплович Л. Общее учение о государстве. СПб., 1910. 516с.
- Гуральник П.И. Социальная структура у животных и ее эволюция // Тр. II Моск. гос. мед. инта им. Н.И. Пирогова. Сер. биол. 1973. Т. 7, вып. 2. С. 72-90.
- Даже Р. Основы экологии. М.: Прогресс, 1975. 415 с.
- Денисенко Е.А. Механизмы функционирования и структурной организации агросистем: Дис. ... канд. геогр. наук. М., 1990. 196 с.
- Длинные волны: Научно-технический прогресс и социально-экономическое развитие / Под ред. С.В. Казанцева и П.Н. Тесли. Новосибирск: Наука, 1991. 224 с.
- Долговременные тенденции в капиталистическом воспроизводстве/ Под ред. Р. Энтова и Н. Макашевой. М.: ИНИОН. 1985. 229 с.
- Дружинин Н.М. Русская деревня на переломе, 1861-1880. М.: Наука, 1978. 287 с.
- Дюшофур Ф. Основы почвоведения. М.: Наука, 1970. 591 с.
- Египет // Сов. ист. энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1964. Т. 5. С. 454-462.
- Ермолаев В.Ю. Самоорганизация в природе и этногенезе//Изв. ВГО. 1990. № 1. С. 26-32.
- Жерихин В.В. Развитие и смена меловых и кайнозойских фаунистических комплексов (трахейные и хелицерные). М.: Наука, 1978. 198 с. (Тр. Палеонтол. ин-та АН СССР; Т. 165).
- Жерихин В.В. Использование палеонтологических данных в экологическом прогнозировании // Экологическое прогнозирование. М.: Наука, 1979. С. 113—132.
- Жерихин В.В. Биоценологическая регуляция эволюции// Палеонтол. журн. 1987. № 1. С. 3-12.
- Жерихин В.В. Эволюционная биоценология: Проблема выбора моделей// Экологические перестройки и эволюция биосферы. М.: Недра, 1994. Вып. 1. С. 13-20.
- Жерихин В., Любарский Ю. Борьба за существование // Знание - сила. 1993. № 7. С. 28-37.
- Жирмунский А.В., Кузьмин В.И. Критические уровни в развитии природных систем. Л.; Наука, 1990. 224 с.
- Замотаев И.В. Стадийность и география внутрисочечного выветривания на вулканических островах юго-

- западной части Тихого океана: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 1988. 24 с.
- Зельдович Я.Б. Современная космология: Докл. на XVIII Ген. ассамблее Междунар. астрон. союза, 23 авг. 1982 г. М.: ИКИ, 1983. 32 с.
- Зельдович Я.Б., Блинников СМ., Шакуров Н.И. Физические основы строения и эволюции звезд. М.: Изд-во МГУ, 1981. 160 с.
- Зельдович Я.Б., Новиков ИД. Строение и эволюция Вселенной. М.: Наука, 1975. 736 с.
- Иванов К.Е. Основы гидрологии болот лесной зоны. Л.: Гидрометеиздат, 1957. 500 с.
- Использование вторичного сырья и отходов в производстве. М.; Экономика, 1983. 167 с.
- Казначеев В.П. Кто мы? Откуда? Куда идем? // Свет огня. Рига: Угунс, 1994. С. 93-101.
- Каландадзе Н.Н., Раутиан А.С. Место Центральной Азии в зоогеографической истории мезозоя // Ископаемые рептилии Монголии. М.: Наука, 1983. С. 6-44. (Тр. Совм. Сов.-Монг. палеонтол. экспедиции; Вып. 24).
- Каландадзе Н.Н., Раутиан А.С. Эвристическая модель эволюции сообщества и его таксономического и экологического разнообразия // Биологическое разнообразие: Подходы к изучению и сохранению. СПб.: Зоол. ин-т РАН, 1992. С. 65-80.
- Каландадзе Н.Н., Раутиан А.С. Симптоматика экологических кризисов // Стратиграфия. Геол. корреляция, 1993а. Т. 1, '5. С. 3-8.
- Каландадзе Н.Н., Раутиан А.С. Юрский экологический кризис сообщества наземных тетрапод и эвристическая модель сопряженной эволюции сообщества и биоты // Проблемы доантропогенной эволюции биосферы. М.: Наука, 1993б. С. 60-95.
- Караваева Н.А. Заболачивание и эволюция почв. М.: Наука, 1982. 297 с.
- Китай//БСЭ. 2-е изд. М.: Сов. энциклопедия, 1953. Т. 1. С. 167.
- Китай//Сов. ист. энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1965. Т. 7. С. 296-380.
- Клауд Н., Джибор А. Круговорот кислорода // Биосфера. М.: Мир, 1972. С. 9-25.
- Ключевский В.О. Русская история: Учеб. пособие. М.: Независимая газета, 1992. 192 с.
- Князева Е.Н. Курдюмов С.П. Синергетика как новое мировидение: Диалог с Пригожиным // Вопр. философии. 1992. № 12. С. 3-20.
- Ковальченко И.Д. К истории скотоводства в Европейской России в первой половине XIX в. // Материалы по истории сельского хозяйства и крестьянства в СССР. М., 1960. С. 173-204.
- Козлова Е.В. Запас устойчивости и критические состояния // Механизмы устойчивости геосистем. М.: Наука, 1991. С. 27-33.
- Колингвуд РД. Идея истории: Автобиография. М.: Наука, 1980. 485 с.
- Комар И.В. Рациональное использование природных ресурсов и ресурсные циклы. М.: Наука, 1975. 211 с.
- Кондорсе Ж.А. Эскиз исторической картины прогресса человеческого разума. СПб., 1909. 255 с.
- Кондраатьев К.Я. Экология и политика. 1 // Изв. Рус. геогр. о-ва. 1993. Т. 125. вып. 3. С. 3-11.
- Кондраатьев Н.Д. Проблемы экономической динамики. М.: Экономика, 1989. 526 с.
- Кондраатьев И.А. Большие циклы конъюнктуры // Избр. соч. М.: Экономика, 1993. С. 24-83.
- Коротаев А.В. Некоторые экономические предпосылки классовообразования и политгенеза // Архаическое общество: Узловые проблемы социологии развития. М., 1991. Т. 1/2. С. 136-191.
- Космические легенды Востока / Собр. С.А. Стутьгинскис, М.: Сфера: 1991. 208 с.
- Котляков В.М. Мир снега и льда. М.: Наука, 1994. 286 с.
- Котляков В.М., Грицай О.В. Страны с переходной экономикой: Нагрузка на окружающую среду // Вестн. РАН. 1993. Т.63. С.503-511.
- Красилов В.А. Филогения и систематика // Проблемы филогении и систематики. Владивосток, 1969. С. 12-30.
- Крушинский Л.В. Биологические основы рассудочной деятельности: Экология и физиологическое генетические аспекты поведения. М.: Изд-во МГУ, 1977. 127 с.
- Кульпин Э.С. Человек и природа в Китае. М., 1990. 227 с. Кун Т. Структура научных революций. М.: Прогресс, 1977. 251 с.
- Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г., Потапова А.Б. Синергетика- новые направления. М.: Знание, 1989. 48 с. (Новое в жизни, науке, технике. Математика, кибернетика; ¹ 11).
- Лавик-Гудол Дж. ван. В тени человека. М.: Мир, 1974. 807 с.
- Лебон Г. Психология народов и масс. СПб., 1896. 186 с.
- Левченко В.Ф. Модели в теории биологической эволюции. СПб.: Наука, 1993. 382 с.
- Ленин В.И. Развитие капитализма в России. М., 1941. 591 с. (Полн. собр. соч.; Т. 3).
- Лесков Л.В. Космические цивилизации: Проблемы эволюции. М.: Знание, 1985. 64 с. (Новое в жизни, науке, технике. Космонавтика, астрономия).
- Лоренц К. Агрессия (так называемое зло) // Вопр. философии, 1992а. № 3. С. 5-38.
- Лоренц К. Восемь смертных грехов цивилизованного человечества // Там же. 1992б. № 3. С. 39-53.
- Любарский Г.Ю. Объективизация категории таксономического ранга // Журн. общ. биологии. 1991. Т. 52, №5. С. 613-625.
- Люри Д.И. Развитие ресурсопользования и экологические кризисы // Изв. РАН. Сер. геогр. 1994. № 1. С. 14-30.
- Люри Д.И. Развитие ресурсопользования и экологические кризисы или зачем нам нужны экологические кризисы? М.: Дельта, 1997. 174 с.
- Малкин Л.А. Колеса повышенной проходимости, щадящие почвы // Рос. технологии. 1994. С. 12-14.

- Марголина Н.Я., Ильичев Б.А. Изменения в геосистеме МГОКа: Изменения почвенного покрова // Природно-антропогенные геосистемы Центральной лесостепи Русской равнины. М., 1991. С. 218-236.
- Масевич А.Г. Звезды // Физ. энцикл. слов. М.: Сов. энциклопедия, 1983. С. 58-61.
- Масевич А.Г., Тутуков А.В. Эволюция звезд: Теория и наблюдения. М.: Наука, 1988. 280 с.
- Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рандерс И. За пределами роста. М.: Прогресс, 1994. 303 с.
- Меншуткин В.В. Аналогия закономерностей биологической и технической эволюции// Теоретические проблемы экологии и эволюции: (Вторые Люблинские чтения). Тольятти: Интер-Волга, 1995. С. 67-71.
- Мень А. История религии. Т. 5. М.: Слово. 1992. 431 с.
- Меньшиков С.М., Клименко Л.А. Длинные волны в экономике: Когда общество меняет кожу. М.: Междунар. отношения, 1989. 272 с.
- Механизмы устойчивости геосистем / Отв. ред. Н.Ф. Глазовский, А.Д. Арманд. М.: Наука, 1992. 208 с.
- Миронов Б.Н. Хлебные цены в России. Л.: Наука. 1985. 301 с.
- Модельски Дж., Томпсон У. Волны Кондратьева, развитие мировой экономики и международная политика//Вопр. экономики. 1992. № 10. С. 54-55.
- Назаров В.И. Учение о макроэволюции: На путях к новому синтезу. М.: Наука, 1991. 286 с.
- Население России: Ежегодный демографический доклад. Евразия, 4(12). М.: Центр демографии и экологии человека, 1993. 87 с.
- Наточин Ю.В., Меншуткин В.В. Проблемы эволюции функций в физиологии, экологии и технике // Журн. эволюц. биохимии и физиологии. 1994. № 4. С. 434—446.
- Неурожай и народное бедствие. СПб., 1892. 270 с.
- Нифонтов А.В. Зерновое производство России во второй половине XIX в. М.: Наука, 1974. 317 с.
- Новоселов А.Л., Нечаев Л.В. История развития двигателей внутреннего сгорания: Учеб. пособие. Барнаул, 1992. 36 с.
- Ньюмен А. Легкие нашей планеты. М.: Мир, 1989. 334 с. Община. Рига: Угунс, 1995. 235 с.
- Одум Г., Одум Э. Энергетический базис человека и природы. М.: Прогресс, 1978. 379 с.
- Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.
- Ольшанский Д.В. Массовые настроения: Психология политической жизни общества. М., 1989. 189 с.
- Основы конструктивной географии / Под ред. И.П. Герасимова. М.: Просвещение, 1986. 288 с.
- Паршенков С.А. Причины промышленных загрязнений. М., 1986. 120 с. (Пробл. биосферы: Информ. бюл. АН СССР, № 12).
- Парыгин К.Д. Общественное настроение. М., 1966. 327 с.
- Пиментел Д. Затраты энергии в агроэкосистемах // Сельскохозяйственные экосистемы. М.: Агропромиздат, 1987. С. 119-131.
- Письма Елены Рерих. Т. 1. Новосибирск; Вико, 1992. 512 с.
- Покровский М.Н. Очерк истории русской культуры. Курск, 1924. 346 с.
- Пономаренко А.Г., Дмитриева В.Ю. Эволюция разнообразия и устойчивость экосистем// Проблемы доантропогенной эволюции биосферы. М.: Наука, 1993. С. 54—59.
- Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. М.: Прогресс, 1986. 432 с.
- Пригожим И., Стенгерс И. Время, хаос, квант. М.: Прогресс, 1994. 266 с. Проблема экологии России. М., 1993. 348 с.
- Программа действий: Конференция ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро. 1992. Женева, 1993. 70 с.
- Пузаченко Ю.Г. Профилактика экологических катастроф // Новые концепции в географии и прогнозирование. М.: Наука, 1993. С. 21-34.
- Рамад Ф. Основы прикладной экологии, Л.: 1981. 543 с.
- Разумовский С.М. Закономерности динамики биоценозов. М.: Наука, 1981. 231 с.
- Расницын А.П. Темпы эволюции и эволюционная теория: (Гипотеза адаптивного компромисса) // Эволюция и биоценологические кризисы. М.: Наука, 1987. С. 46-64.
- Расницын А.П. Проблема глобального кризиса наземных биоценозов в середине мелового периода// Меловой биоценологический кризис и эволюция насекомых. М.: Наука, 1988. С. 191-207.
- Раутиан А.С. Палеонтология как источник сведений о закономерностях и факторах эволюции// Современная палеонтология: Методы, направления, проблемы, практическое приложение. М.: Недра, 1988. Т. 2. С. 76-118.
- Сафронов В.С. Эволюция допланетного облака и образование Земли и планет. М.: Наука, 1969. 244 с.
- Сборник статистических сведений по Союзу ССР, 1918-1923 гг. М., 1924. 481 с. (Тр. ЦСУ; Т. XVIII).
- Северцов А.И. Морфологические закономерности эволюции. М.: Изд-во АН СССР, 1939. 610 с.
- Селье Г. На уровне целого организма. М.: Наука, 1972. 122 с.
- Синцеров Л.М. Развитие ресурсного цикла вторичного сырья в Западной Европе // Региональные проблемы управления хозяйством: Зарубежный опыт. М.: ИГ РАН, 1990. С. 221-239.
- Современное состояние и использование лесных ресурсов // Пробл. окруж. среды и природ. ресурсов: Науч.-информ. бюл. М.: ВИНТИ, 1983а. № 1.
- Современное состояние и использование лесных ресурсов//Там же. 1983б. №2. С. 42-56.
- Сорокин П. Человек, цивилизация, общество. М.: Политиздат, 1992. 544 с.
- Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Глобальная эволюция Земли. М.: Изд-во МГУ, 1991. 444 с.

- Состояние окружающей среды на территории бывшего СССР. М., 1994. Т.1. III с.; Т. 2. 121 с.
- Таргульян В.О., Соколов И.А. Структурный и функциональный подход к почве: Почва-память и почва-момент// Математическое моделирование в экологии. М.: Наука, 1978. С. 17-33.
- Тард Г. Законы подражания. СПб., 1892. 370 с.
- Татаринов Л.П. Очерки по теории эволюции. М.: Наука, 1987. 251 с.
- Тахтаджян А.Л. О состоянии и перспективах развития систематики в СССР// Успехи соврем. биологии. 1972. Т. 73, вып. 2. С. 163-173.
- Тахтаджян А.Л. Четыре царства органического мира //Природа. 1973. ¹ 2. С. 22-33.
- Техника // БСЭ. 2-е изд. М.: Сов. энциклопедия, 1956. Т. 42. С. 382-386.
- Тихомиров Г.С. Заметки по истории географии. М.: Изд-во МГУ. 1947. 196 с.
- Тойнби А.Дж. Постыжение истории. М.: Прогресс, 1991. 736 с.
- Увеличение использования металлического лома в металлургической промышленности // Пробл. окруж. среды и природ. ресурсов: Науч.-информ. бюл. М.; ВИНТИ, 1983. ¹ 4. С. 20-26.
- Хантингтон С. Грядущее столкновение цивилизации, или запад против остального мира// За рубежом. 1993. № 30. С. 11.
- Хатчинсон Дж. Биосфера // Биосфера. М.: Мир, 1972. С. 9-25,
- Хеллен Т. Голос эпохи// Держава Рериха. М.: Междунар. центр Рерихов. 1993. С. 42-54.
- Хильми Г.Ф. Основы физики биосферы. JL: Гидрометеоздат, 1966. 300 с.
- Хромов А.П. Экономическое развитие России. М.: Наука, 1967. 535 с.
- Цветков М.А. Изменение лесистости Европейской России с конца XVII в. по 1914 г. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 213 с.
- Чернышев И.В. Аграрный вопрос в России; (От реформы до революции) (1861-1917 гг.). Курск: Сов. деревня, 1927. 233 с.
- Чижевский А.Л. Физические факторы космического процесса. Калуга: 2-я Госполитография. 1924. 72 с.
- Чизхольм Дж. Мировая история в датах. М.: Росмэн, 1994. 128 с.
- Чубаров Б.В. Ближневосточный локомотив: Темпы развития техники и технологии в древнем мире// Архаическое общество: Узловые проблемы социологии. М., 1991. Т. 1/2. С. 92-136.
- Шапошников Г.Х. Морфологическая дивергенция и конвергенция в эксперименте с тлями (Homoptera, Arhidinea) // Энтотом. обозрение. 1965. Т. 44, №1. С. 739-762.
- Шмальгаузен И.И. Кибернетические вопросы биологии. Новосибирск: Наука, 1968. 223 с.
- Шпенглер О. Закат Европы: Очерки морфологии истории. Т. 1. М.: Мысль, 1993. 584 с.
- Шредингер Э. Что такое жизнь с точки зрения физики? М.: Изд-во иностр. лит., 1947. 146 с.
- Шумпетер И. Теория экономического развития. М.: Прогресс, 1982. 455 с.
- Эйген М. Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул. М.: Мир, 1973. 216 с.
- Эшби У.Р. Конструкция мозга: Происхождение адаптивного поведения. М.: Изд-во Иностран. лит., 1962. 398 с.
- Яблоков А.В. Развитие экологических исследований в СССР// Вестн. АН СССР. 1989. № 9. С. 38-45.
- Яковец Ю.В. Закономерности научно-технического прогресса и их планомерное использование. М.: Экономика, 1984. 1240 с.
- Яковец Ю.В. История цивилизаций. М.: ВладДар, 1995. 61 с.
- Яцунский В.К. Изменения в размещении населения Европейской России в 1724-1916 гг. // История СССР. 1957. № 1. С. 192-224.
- Cowell F.R. History civilization and culture; An introduction to the historical and social philosophy of Pitirim A. Sorokin. Westport (Conn.): Hyperion, 1979. 259 p.
- Daly H. Toward some operational principles of sustainable development // Ecol. Econ. 1990. N 2. P. 1-6.
- Dosi G. Technological paradigms and technological trajectories // Long waves in the world economy. L.: Dover: Pinter. 1984a. P. 78-101.
- Dosi G. Technical change and industrial transformation. N.Y.: St. Martin's press, 1984b. 338 p.
- Dujin J. van. The long wave in economic life. L.: Alien and Unwin, 1983. 239 p.
- Eldredge N., Gould S.J. Punctuated equilibria: An alternative to philetic gradualism// Models in paleobiology. San Francisco: Freeman, 1972. P. 82-115.
- Environmental data report. Oxford; UNEP, 1987. 352 p.
- Freeman C. Technology policy and economic performance; Lessons from Japan. L.; N.Y.: Pinter. Science Policy Research Unit. Univ. of Sussex, 1987. 155 p.
- Hagerstrand T. The diffusion of innovations / Transi. into Engi, by A. Pred. Chicago: Univ. Chicago press, 1968. 251 p.
- Hawkes J., Wooley L. History of mankind: Cultural and scientific development. Vol.: Prehistory and the beginnings of civilization. L.: Alien and Unwin, 1963. 873 p.
- Hutchinson Y.E. The niche: An abstractly inhibited hypervolume // The ecological theatre and the evolutionary play. New Haven: Yale Univ. press, 1965. P. 26-78.
- Jantsch E. The self-organizing Universe: Scientific and human implication of the emerging paradigm of evolution// Systems science and world library: Innovation in systems science. Oxford etc.: Pergamon press, 1980. XVII, 343 p.
- Jan-Len D.H. When is it coevolution? //Evolution. 1980. Vol. 34. P. 611-612.
- Mumford L. Technics and civilization. N.Y., 1963. 211 p.
- Perez-Perez C. Structural change and assimilation of new technologies in the economic and social system //

Longwavesintheworldconomy.L.;Dovei"Prnter, 1984.P. 103-108.
Piatier A. Long waves and industrial revolution // Collaborative paper of IIASA. Laxenburg: IIASA, 1983. P. 127-134.
Pimentel D., Hurd L.E., Betoti A.C. et al. Food production and the energy crisis// Science. 1973. Vol. 182,N4111.P. 443-449.
Poreti L. History of mankind. Vol. 2. The Ancient world, 1200 BC to AD 500. N.Y.: Harper and Raw, 1965.760 p.
Schumpeter J. Business cycles: A theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process. N.Y.; L.: McGraw-Hill, 1939. Vol. 1/2. 1095 p.
Sorokin PA. Social and cultural dynamics. Vol. 1-4. N.Y.: Amer. book, 1939-1941.
Sorokin P. Basic programs, principles and methods. N.Y.: Amer. book, 1941. 804 p.
(Social and Cultural Dynamics; Vol. 4). State of the world. N.Y.: Norton, 1991. 254 p.
World health. Statistics annual, 1990. Geneva:
World Health Organization, 1991.
World resources, 1987. Oxford: Oxford Univ. press, 1987. 369 p.
World resources, 1992-1993. N.Y., Oxford: Oxford Univ. press, 1992. 385 p.
World resources. 1994-1995. N.Y.; Oxford: Oxford Univ. press, 1994.
World resources, 1996-1997. N.Y.; Oxford: Oxford Univ. press, 1996. 401 p.
Zimmermann E.G. Possible evidence of rapid evolution in Hawaiian moths // Evolution. 1960. Vol. 14. P. 137-138.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Автокатализ - ускорение химической реакции одним из ее продуктов, оказавшимся катализатором данной реакции, химический вариант положительной обратной связи. В широком значении слова - самоусиливающиеся процессы.

Автоколебания - колебания в физических, химических, биологических и социальных системах, для которых не требуется периодических внешних воздействий. Условием возникновения автоколебаний служит приток свободной энергии и регулирующая поведением отрицательная обратная связь с элементом задержки в контуре.

Автомодельность - в математике - независимость вида функции от пространственных координат и пространственного масштаба. В широком понимании - общие закономерности строения и развития структур.

Адаптивная зона - участок экологического пространства, занятый родом, семейством или другим таксоном животных и растений, кроме вида.

Адиабатическое равновесие - условия прохождения физического процесса, например, расширения, охлаждения газа, не сопровождающегося получением энергии извне или отдачей ее в окружающую среду.

Аккреция - падение вещества на космические тела из окружающего пространства.

Акматаическая фаза - перегрев, по Я.Н. Гумилеву фаза этногенеза, в которой начинает проявляться психологическая усталость народа от избыточной активности фазы пассионарного взлета, когда лидерство постепенно переходит от пассионариев к личностям гармоничного типа.

Аллелопатия - влияние организмов одной популяции на организмы другой посредством изменения фитоценотической среды в результате выделения продуктов жизнедеятельности, биолоинов. Один из механизмов межвидовой конкуренции.

Анабиоз - состояние организма, при котором обмен веществ и другие жизненные процессы настолько замедлены, что отсутствуют все видимые проявления жизни. Используется живыми организмами для переживания периодов неблагоприятных внешних условий.

Анаэробы - организмы, способные жить и развиваться при отсутствии в среде свободного кислорода. В качестве окислителя используют другие вещества.

Аридный климат - сухой климат, при котором атмосферное увлажнение недостаточно для вегетации многих растений, а земледелие возможно главным образом при искусственном орошении. Климат пустынь и полупустынь.

Ароморфоз - по А.Н. Северцову относительно быстро протекающий этап биологической эволюции, в процессе которого происходят существенные изменения в строении и функциях эволюционирующих организмов, формируются таксоны высокого порядка. Ароморфозы чередуются с более длительными периодами идиоадаптаций.

Асимптота - прямая линия, к которой неограниченно приближается кривая с бесконечной ветвью.

Асимптотически затухающие процессы как угодно долго уменьшают свою интенсивность, но не доводят (теоретически) ее до нуля.

Астеносфера - верхний слой мантии Земли, подстилающий земную кору. Характеризуется пониженной твердостью, прочностью и вязкостью. В настоящее время простирается от 100 км под материками и 50 км под дном океана до 250-350 км. Предполагают, что перемещения вещества в астеносфере - причина вулканизма и тектонических движений земной коры.

Аттрактор - устойчивое состояние динамической системы. В процессе эволюции система стремится к аттрактору из всех других, неустойчивых состояний. Математически пространство состояний системы, фазовое пространство, изображается объемом (поверхностью, линией), в котором аттрактор - поверхность, линия или точка - притягивает к себе траектории систем. Фазовое пространство может быть разбито на несколько областей притяжения разных аттракторов. Пример точечного аттрактора - состояние покоя затухающих колебаний маятника. Пример циклического аттрактора - численность животных в системе хищник-жертва.

Аттрактор случайный (странный) - аттракторы, имеющие стохастическую, фрактальную структуру. Траектория системы в этих случаях ведет себя не всегда предсказуемо, что используется при моделировании систем с динамическим хаосом, например климатических.

Биогенные вещества - элементы, необходимые для жизнедеятельности организмов (около 20). Важнейшие - кислород, углерод, водород, азот, кальций, калий, фосфор, магний, сера, хлор, натрий.

Биогеоценоз - участок земной поверхности, в пределах которого однородны и взаимодействуют специфическим образом растительность, гидрологические условия, горная порода, почва, атмосфера, животный мир и мир микроорганизмов.

Биосфера - здесь - совокупность живых организмов Земли. В другом понимании - синоним

Биоценоз, ценоз - сообщество адаптированных друг к другу (коадаптированных) и к конкретной абиотической среде животных, растений, грибов, микроорганизмов, населяющих один и тот же участок суши или водоема.

Бифуркация - особый момент, точка на траектории развития живых и неживых систем, в которой устойчивое развитие сменяется неустойчивым состоянием. Вместо одной траектории возникает два или несколько новых путей устойчивого развития. Выбор между ними определяется случаем (малыми флуктуациями), в явлениях общественной жизни - волевым решением. После осуществления выбора механизмы саморегулирования поддерживают систему в одном состоянии (на одной траектории), переход на другую траекторию становится затруднительным. Примеры точек бифуркации: замерзание переохлажденной воды, революционное переустройство общества.

Большой взрыв - энергетический толчок, с которого началось, согласно наиболее распространенным современным геофизическим представлениям, дальнейшее развитие Вселенной. Все вещество Мира до Большого взрыва было сосредоточено в минимальном исходном объеме, сингулярности. После начального толчка возникло центробежное расширение пространства, занятого веществом, сопровождающееся его качественным преобразованием. Расширение продолжается с замедлением и сейчас.

Ведущий (движущий) отбор - одна из форм естественного отбора, благоприятствующая некоторому направлению изменчивости и неблагоприятствующая остальным, например при последовательном похолодании климата. Противопоставляется стабилизирующему отбору, отсекающему все отклонения от существующего генетического типа организмов.

Виртуальная (возможная) частица - не имеет, в отличие от реальной частицы, определенной связи между импульсом и энергией. Понятие виртуальной частицы вводится в квантовой механике для описания физической реальности методами теории возмущений. Согласно этим представлениям, каждая реальная частица окружена облаком виртуальных частиц и обменивается ими с другими частицами. В вакууме, состоянии с нулевой энергией, имеется неопределенное число виртуальных частиц. Они могут переходить в реальные, стабилизироваться под действием внешних полей или при столкновении реальных частиц в ускорителях, у поверхности черных дыр.

Гармоничный тип личностей - идеалистический по П. Сорокину. Личности гармоничного типа признают как чувственную, так и сверхчувственную реальность, объединяя ценности идеального и рационального типов. По Л.Н. Гумилеву - личности переходного типа между пассионариями и субпассионариями, у которых импульс самопожертвования уравновешивается инстинктом самосохранения.

Генералисты, син. эксплеренты - виды организмов, отличающиеся большой шириной фундаментальной экологической ниши. При малой конкурентоспособности, но высокой семенной продуктивности растения-генералисты занимают, как правило, нарушенные местообитания и формируют первые стадии сукцессий.

Генная частота - встречаемость в популяции особей, несущих гены разных типов. Изменяется под влиянием мутаций и естественного или искусственного отбора.

Генофонд - совокупность генов, которые имеются у особей популяции, группы популяций или вида.

Геосфера - здесь - синоним географической оболочки, специфическая оболочка Земли, в пределах которой взаимодействуют и взаимно проникают друг в друга атмосфера, литосфера, гидросфера, живое вещество и созданные человеком технические сооружения. В другом понимании - одна из частных земных оболочек: магнитосфера, атмосфера, гидросфера, литосфера, мантия и ядро.

Гильдия - подразделение фитоценоза, совокупность взаимосвязанных общим ресурсом экологических ниш.

Гомеостаз — свойство живых организмов и моделирующих их устройств поддерживать жизненно важные показатели (температуру тела, содержание солей в крови) в физиологически допустимых пределах при изменении условий среды. В основе гомеостаза лежит использование механизма обратной связи.

Демографический взрыв - резкое ускорение роста численности населения во многих странах Азии, Африки и Латинской Америки в 50-60-х годах XX в. Причиной "взрыва" считают снижение смертности, особенно детской, в связи с успехами медицины при сохранении прежнего уровня рождаемости. Специалистами прогнозируется постепенное снижение роста населения по мере повышения материального и образовательного уровня населения.

Диссипативные структуры - структуры, самопроизвольно возникающие в неустойчивой насыщенной энергией среде благодаря обратным связям, выводящим систему из равновесия. Возникая из малых флуктуаций, диссипативные структуры проявляют способность к саморазвитию, размножению, агрессии, что оплачивается затратами поступающей извне или накопленной ранее энергии. Примеры диссипативных структур: лесной пожар, город с растущей численностью населения.

Доминант - популяция растений, господствующая в сообществе по фитомассе или проективному покрытию.

Дополнительности принцип в квантовой теории - принципиальный запрет на одновременное определение с неограниченной точностью пар дополнительных физических величин, таких как одноименные координаты и импульсы частицы. Повышение точности измерения одного из параметров автоматически снижает точность измерения другого (соотношение неопределенностей Гейзенберга), Нильс Бор распространил принцип дополнительности на сферы психологии, философии, культуры. К дополнительным парам относятся разум-чувства, интуиция-ощущения, наука-искусство, Ян-Инь.

Дрейф генов — изменение в ряду поколений частоты генов и соответствующих им признаков в популяции под действием случайных факторов.

Залежное земледелие - система земледелия, при которой после снятия нескольких урожаев (6-10 лет) землю на долгое время (20-25 лет) оставляли без обработки (под залежь) для восстановления плодородия почвы.

Зомбирование - лишение человека собственной воли с помощью специальных приемов черной магии.

Зонная плавка в технике - метод рафинирования вещества (металла и др.) путем создания в стержне узкой зоны расплавления и передвижения ее вдоль стержня. Аналогичная зона, астеносфера, по-видимому, последовательно переводит в расплавленное состояние все более глубокие слои Земли, оставляя после себя относительно легкое вещество земной коры. Поток освобождающейся при этом гравитационной энергии обеспечивает самоподдержание процесса и тектонические движения в коре.

Идеациональный тип личности по П. Сорокину - личности, для которых приоритетны духовные ценности, единственная реальность - Бог или Абсолютный разум, человеческая жизнь должна направляться на служение высоким идеям и обществу. См. также рациональный и гармоничный типы личности.

Идиоадаптация по А.Н. Северцову - частные постепенные приспособления наследственной природы организмов к жизни в разнообразных конкретных условиях среды, не сказывающиеся на общем плане организации группы родственных особей. В процессе идиоадаптации могут возникать различия, отвечающие лишь низшим таксономическим уровням: видам, родам, семействам. Время от времени прерываются ароморфозами.

Иллювирирование - вымывание вместе с фильтрующейся влагой глинистых и илистых веществ, а также растворимых химических соединений в определенные горизонты почвы.

Имплантиция зародышей - прикрепление зародыша к стенке матки у млекопитающих с внутриутробным развитием.

Инфраструктура - сочетание действующих сооружений, зданий, сетей и систем, не относящихся прямо к производству материальных благ, но необходимых как для самого производства, так и для жизни населения (транспорт, энергоснабжение, здравоохранение и т.п.).

Инцистирование - образование защитной оболочки у многих одноклеточных организмов, главным образом в период наступления неблагоприятных внешних условий (пересыхание или промерзание водоема). Организм при этом переходит в анабиотическое

Инь, согласно древнекитайской философии, - женское начало, дополняющее мужское начало ян. Свойства начала явления инь: устойчивость, материальность, равновесие, консерватизм, холод, темнота и др.

Ирригация - орошение сельскохозяйственных угодий при недостатке атмосферного увлажнения.

Итерационная процедура - многократное применение какой-либо математической операции для получения столь угодно точного ответа методом последовательных приближений.

Кали Юга - последний, четвертый период эволюции человека по представлениям ведической философии, черный, железный век, век упадка добродетели, наш, настоящий, период.

Канцерогенные воздействия - воздействия, стимулирующие появление в организме раковых и иных опухолей.

Канцерогенные воздействия могут иметь характер механических раздражений, вирусных, радиационных, химических воздействий. К химическим канцерогенам относятся полициклические углеводороды, ароматические амины и другие соединения.

Карма, согласно воззрениям восточных философских школ, — закон причинно-следственной связи, закон космической справедливости. Согласно закону кармы, всякий поступок человека в этой или последующих жизнях должен быть оплачен, добрый — вознаграждением, злой - страданием в строгом соответствии со значимостью поступка.

Катастроф теория - математическое описание резких изменений состояния систем при плавном изменении ее параметров. Позволяет описывать модели скачкообразных изменений систем в природе, обществе и психике человека. Другое название катастроф в этой системе понятий - бифуркации.

Кластер (матем.) - скопление точек, на пространственной или временной оси, в многомерном пространстве.

Клеточные автоматы — сети из элементов, меняющих свое состояние в дискретные моменты времени по определенному закону в зависимости от того, каким было состояние самого элемента и его ближайших соседей по сети в предыдущий дискретный момент времени. Сегодня клеточные автоматы моделируют не только все известные уравнения физики, но описывают сложные нейронные системы, моделируют поведение мозга, социальные процессы, сверхсложные эволюционирующие живые сообщества. Можно считать клеточно-автоматную реальность наиболее адекватным языком для единой теории сложного.

Климакс - относительно стабильное состояние растительного сообщества, достигаемое биоценозом в итоге сукцессии.

Клонирование - выращивание генетически идентичных организмов вегетативным путем из клеток одного предка. В настоящее время методами клонирования выращены двойники некоторых млекопитающих (овец,

обезьян) и обсуждается вопрос об экспериментах с клонированием людей.

Коадаптация - взаимная адаптация видов в ходе совместной эволюции, коэволюции.

Когерентная эволюция - согласованные эволюционные изменения видов, входящих в общий биоценоз, характерные для периодов бескризисного развития.

Когерентность - согласованное протекание во времени нескольких колебательных или волновых процессов. В расширительном смысле используется для обозначения согласованности в ходе биологической эволюции и социальных процессов.

Кольматаж - метод уменьшения фильтрации воды из каналов, прудов, водохранилищ и т.п. путем вымывания илистых и глинистых частиц в поры грунта. В почвообразовании - заиливание пористой материнской породы. Также искусственное осаждение наносов из речных вод для повышения плодородия земель.

Кольцевой коммуникативности принцип - замыкание причинно-следственной цепи на себя. Последний вопрос не остается без ответа, но объясняется через первый. Реализуется в известной проблеме "яйца и курицы" или в проблеме объяснения фундаментальных констант через антропный принцип. Применяется в теории самонаблюдающих эволюционирующих систем.

Комплиментарность - взаимное соответствие двух структур, способных соединяться как две нити ДНК или взаимодействовать как ключ с замком.

Конвекция - перемещение масс жидкости или газа, вызванное градиентами плотности и температуры.

Сопровождается переносом теплоты, ряда физических и химических свойств вещества.

Консолидация - упрочение, укрепление внутренних связей. В обществе - объединение людей для выполнения общих задач.

Консорция 1) в биологическом смысле - часть биоценоза, состоящая из отдельного растения (дерева) или популяции (мхи одного вида) и связанных с ними трофическими, пространственными связями групп животных и растений; 2) в социальном смысле по Л.Н. Гумилеву - малое подразделение этноса, объединенное общими целями, интересами, занятиями.

Континуум — непрерывная совокупность (всех точек, линий и пр.), переход без перерывов от одного качества к другому.

Лаг - временной интервал между двумя событиями, отставание следствия от породившей его причины.

Легитимный - законный, признанный общественным мнением. Лицензия - участок экологического пространства, который может быть свободным или занятым одним или несколькими видами.

Логистическая кривая - S-образная кривая, график функции, описывающей процесс, идущий сначала с ускорением, затем, по мере приближения к предельному состоянию, - с замедлением.

Макроэволюция - эволюционные изменения организмов, ведущие к формированию таксонов более высокого ранга, чем вид: родов, семейств и т.д. Остается открытым вопрос, существуют ли специфические механизмы, отличающие макроэволюцию от микроэволюции.

Мантия - оболочка Земли, залегающая ниже коры до глубины около 2900 км, где начинается земное ядро.

Состоит, преимущественно, из тяжелых минералов, оливина, температура до 2000-2500°C. Вещество мантии находится, предположительно, в кристаллическом состоянии, за исключением аморфного верхнего слоя, астеносферы.

Махакальпа, "век Брамь" - отрезок времени, в течение которого, согласно философским представлениям Востока, происходит разворачивание и свертывание Вселенной. Самый верхний в иерархии циклов равен 311,04-10(12) лет.

Ментальность - образ мышления, духовная настроенность человека, сообщества, нации.

Микроэволюция - процессы, протекающие в популяциях растений и животных и приводящих к формированию новых видов. См. также макроэволюция.

Мимесис - подражание, свойство общественных высших животных и человека, во многом определяющее социальное поведение людей, быстрое распространение стереотипов в искусстве, поступках, одежде и пр. Причина "волн" общественного настроения.

Монодоминантное сообщество - растительное сообщество с одним доминирующим видом.

Монофилия - происхождение группы организмов от общего предка.

Монохромное излучение - излучение в одном узком диапазоне частот.

Мультипликатор - усилитель первоначального импульса, когда воздействие привлекает дополнительную энергию из окружающей среды. Нередко действует по принципу положительной обратной связи.

Мутагенные воздействия - воздействия, вызывающие нарушения в генетическом строении организма, причина "ошибок" при передаче наследственной информации, вызываются в естественных условиях жестким излучением, рядом химических веществ-мутагенов. Загрязнение окружающей среды резко увеличивает вероятность мутагенных воздействий.

Ниша экологическая - часть экологического пространства, занимаемая видом (фундаментальная ниша) или популяцией (реализованная ниша) растений или животных.

Ноосфера - начинающийся, по В.И. Вернадскому, в наше время новый этап эволюции биосферы, этап разума. В нем решающей преобразующей геологической силой становится перестроенное на основе новых принципов человеческое общество.

Норма прибыли - эффективность использования капитала, вычисленная как отношение прибавочной стоимости

ко всему авансированному капиталу. Конкуренция в рамках рыночного хозяйства приводит к установлению средней нормы прибыли.

Обратная связь - такой тип связи между элементами системы, когда не только явление-причина влияет на явление-следствие, но и следствие, в свою очередь, влияет на причину. Важная структура кибернетических устройств и многих природных систем, определяющая такие их свойства, как устойчивость, способность к саморегулированию и др.

Обскурация, согласно теории Л.Н. Гумилева. - заключительная фаза этногенеза, когда настроение, ценности общества целиком определяются субпассионариями.

Озоновый экран - слой атмосферы от 10 до 50 км с повышенным содержанием трехатомной модификации кислорода О₃. Образуется из обычного кислорода О₂ под действием жесткого излучения Солнца. Играет роль защитного экрана против губительных для всего живого ультрафиолетовых лучей.

Олигодоминантное сообщество - растительное сообщество с небольшим количеством доминирующих видов. Противопоставляется монодоминантным и полидоминантным фитоценозам.

Олиготрофный - бедный питательными веществами для растений и животных. Противопоставляется евтрофному, богатому биогенными элементами местообитанию. Олиготрофная среда может сформироваться в водоеме, в болоте, почве.

Онтогенез - индивидуальное развитие особи от зарождения до смерти или нового клеточного деления.

Оппортунистичные отношения - отношения между популяциями растений (в группировках). не прошедших эволюционного этапа взаимной адаптации и потому не жестко связанных друг с другом в своих местообитаниях.

Орография - раздел науки о земной поверхности, геоморфологии, изучающей взаимное расположение хребтов, возвышенностей, котловин и т.п., их размеры, высоту и направление.

Относительности к средствам наблюдения принцип в квантовой теории - принципиальная неустранимость влияния процесса наблюдения на состояние системы. Само наблюдение формирует свойства системы. В теории динамического хаоса этот принцип означает относительность понятий хаоса и порядка. При смене масштабов наблюдения хаос может смениться порядком, соответственно должен быть изменен язык описания систем.

Парадигма - основополагающая концептуальная схема, модель постановки проблем и их решения, методов решения, господствующих в течение определенного периода в научном сообществе.

Параметры порядка - ограниченное число переменных, определяющих состояние самоорганизующейся системы. Все остальные переменные автоматически подстраиваются к параметрам порядка.

Парниковый эффект - свойство земной атмосферы избирательно пропускать излучения коротковолнового и видимого диапазонов, задерживая длинноволновые тепловые лучи. Этим свойством атмосфера обязана содержащимся в ней "парниковым" газам: двуокиси углерода, метану, парам воды. Часть солнечной радиации, достигшая поверхности Земли, преобразуется в инфракрасное излучение и задержанная атмосферой не уходит обратно в пространство, а нагревает воздух. Значительная часть парниковых газов вырабатывается современной промышленностью, что создает опасность перегрева атмосферы.

Парциальное давление газов - давление компонента идеальной газовой смеси, которое он оказывал бы, если бы один занимал объем всей смеси.

Пассионарность по Л.Н. Гумилеву - психический склад личностей и характерная черта начальной фазы этногенеза, когда поведение направляется стремлением людей к высокой цели и повышенной активностью в ее достижении, способностью жертвовать собой во имя идеала. См. также субпассионарии. обскурация.

Переселение душ, реинкарнация - представление большинства восточных религий и ранних христиан о периодическом воплощении бессмертных душ людей в новом теле, что необходимо для бесконечного совершенствования.

Пионерные группировки растительности — первые поселенцы растительности на освободившейся территории, начальная стадия сукцессии, обычно короткая.

Подсечно-огневое земледелие — система земледелия, при которой сельскохозяйственные культуры несколько лет выращивали на землях, освобожденных от леса путем рубки или выжигания. После утраты плодородия участок забрасывался и подготавливался другой.

Полифоничность в музыке - многоголосие. В переносном смысле - различие мнений, высказываний, установок.

Популяция - совокупность особей одного вида, обитающая на ограниченной территории. Однородность популяции поддерживается постоянным обменом генетическим материалом между особями в отличие от эпизодических обменов между разными популяциями. Считается основной действующей единицей эволюционного процесса.

Праляя в философских системах Востока - период вселенского, космического или планетного покоя, разделяющий периоды эволюционного движения, манвантары.

Прокариоты - группа бактерий, отличающихся от большинства остальных организмов, эукариотов. отсутствием ограниченного мембраной клеточного ядра. Рассматриваются как наиболее ранние формы в эволюционном ряду живых существ.

Пророческое видение — пророчество, ясновидческое предсказание будущего.

Психосоматические заболевания - телесные органические болезни, для объяснения которых привлекаются психические факторы. При истолковании и терапии психосоматических заболеваний используется психоанализ.

Психотеррор - экстрасенсорные воздействия на человека, сопровождающиеся нарушениями его психики,

подчинением чужой воле для превращения его в последователя религиозно-мистического движения или извлечения других выгод.

Рациональный тип личностей - чувственный тип по П. Сорокину. Для личностей рационального типа реальность ограничивается тем, что может быть воспринято органами чувств, система ценностей складывается из чувственных удовольствий, накопления богатства, власти. А также идеациональный и гармоничный типы личностей.

Регенерация природных ресурсов - восстановление ресурсов до состояния, близкого к первоначальному.

Режим с обострением - переход медленно развивающейся системы к резко ускоренному развитию.

Теоретически возможно за конечное время достижение бесконечно большой скорости. Возникает в условиях энергетической избыточности и сильной нелинейности обратных связей, управляющих развитием.

Резонанс - способность систем, которым свойственны колебания с некоторой собственной частотой, подстраиваться к колебаниям соседних систем, если частота соседних не слишком отличается от их собственной. При этом может значительно увеличиться амплитуда колебаний, несколько измениться период.

Атмосфера и гидросфера Земли, а также организм человека могут проявлять резонансные свойства.

Ресурсосберегающие технологии - технологии промышленного производства, в которых предусмотрены меры по снижению расходования природных ресурсов путем улавливания и утилизации попутных продуктов, возвращения очищенной воды в производственный цикл и т.п.

Рефлексия - самонаблюдение, самопознание человека, осмысление своих действий.

Рецессия - отступление, ослабление.

Рециклизация отходов - возвращение отходов промышленного производства и человеческой деятельности в следующий цикл переработки, например, сбор макулатуры для вторичного изготовления бумаги и картона.

Рифт - опустившийся по сбросам в местах растяжения участок земной коры протяженностью в сотни и тысячи километров (Байкальский, Африкано-Аравийский). Закономерная стадия развития земной коры, обычно рассматривается как зачаток будущей океанической впадины.

Сальтация, син. макромутации - внезапные скачкообразные преобразования комплекса наследуемых признаков организмов, способные приводить к возникновению новых крупных таксонов. Эволюционная роль сальтаций и само их существование остаются предметом дискуссии среди биологов-эволюционистов.

Самоорганизация — самопроизвольное возникновение упорядоченных структур из менее упорядоченных.

Условия самоорганизации - избыток свободной энергии и нелинейный характер положительных обратных связей. Новые сочетания связей возникают в точках бифуркации и затем подвергаются отбору по показателю устойчивости к внешним и внутренним возмущениям.

Самоорганизованная критичность - система представлений, объясняющая возникновение редких катастрофических событий типа схода лавин, землетрясений, биржевых паник, аварий сложных технических систем, эволюционных катастроф и т.п. Возникла из наблюдений обрушения кучи песка. Катастрофы происходят подобно сползанию лавинок с песчаной кучи, на вершину которой монотонно добавляют по одной песчинке. Эта модель отражает фрактальную природу эволюционирующих систем и предсказывает значительно большую вероятность возникновения редких событий-катастроф, чем это следует из обычных вероятностных оценок.

Саморегулирование - физико-химические, биологические и социальные процессы, ход которых задается не только изменениями внешних условий (климата и др.), но и внутренним строением, внутренней "программой".

Важную роль в саморегулировании играют обратные связи. Примеры саморегулируемых процессов: возникновение войн, тропических циклонов.

Сатиа Юга в философских системах, имеющих древнеарийское происхождение, - век истины и чистоты, благой век, с которого начинается так называемый Манвантарный цикл.

Серпентинит - горная порода, состоящая из серпентина, минерала, в состав которого входят магний, окись кремния и гидроксильная группа. Образуется при метаморфическом изменении ультраосновных пород.

Симбиоз - тесное сожительство двух организмов разных видов. Включает паразитический симбиоз, но обычно выгоден для обоих членов пары (человек и кишечная флора).

Сингулярность (особенность) в математике - точка, линия, поверхность, на которой функция испытывает скачок или обращается в бесконечность. В физике сингулярность означает скачкообразное поведение или стремление к очень большим величинам некоторых характеристик систем, например, на границах раздела сред, в точках фазовых переходов. Черные дыры описываются как сингулярности в современных теориях поля.

Синергетика - научная дисциплина, исследующая процессы вынужденного и самопроизвольного возникновения порядка из хаоса, а также обратного процесса - хаотизации организованных структур. Важный объект синергетики - диссипативные структуры.

Синузия - пространство и биологически выделенная часть растительного сообщества. В многоярусных сообществах - отдельный ярус растительности.

Солитон — структура (волна), способная перемещаться в энергетически открытой среде, сохраняя свою форму, не подвергаясь диффузионному рассеянию. Своим возникновением солитон обязан структурам обратной связи с сильной нелинейностью.

Соответствия принцип — выдвинутый Н. Бором физический постулат, требующий совпадения результатов квантовой и классической теории в предельном случае, когда квантовые эффекты малы.

Социосфера - часть Геосферы, включающая человеческое общество с созданными им учреждениями,

социальными структурами и техническими сооружениями.

Специализированный элемент, "специалист" - популяция, вид растений или животных, глубоко коадаптированных к одному или немногим типам сообществ, редко встречающихся вне этих сообществ.

Спонтанный - самопроизвольный, вызванный внутренними причинами.

Стабилизирующий отбор по И.И. Шмальгаузену - один из видов естественного отбора, когда в условиях стабильной среды обитания наиболее жизнеспособными оказываются потомки организма, в наименьшей степени отличающиеся от предка. Стабилизирующий отбор свидетельствует о максимальной адаптированности популяции к условиям среды.

Стохастичный - случайный, вероятностный процесс, в ходе которого состояния систем изменяются по закону случайных величин и предсказание состояний возможно лишь в терминах теории вероятностей.

Струны - астрофизические структуры надгалактического уровня.

Субпассионарии по Л.Н. Гумилеву - тип личностей, отличающихся пассивной жизненной установкой, апатией, неспособностью следовать высоким идеалам. См. также пассионарность, гармоничный тип личности.

Сукцессия - постепенные, большей частью необратимые изменения флористического состава и структуры растительного сообщества. Первичные и восстановительные (после нарушений) сукцессии идут самопроизвольно, подчиняясь закономерностям взаимодействия растений и изменяемой ими среды.

Антропогенные сукцессии имеют характер вынужденных изменений.

Телеология - учение о цели и целесообразности природных явлений, исторических событий и действий человека. Согласно разным учениям, цель может задаваться Высшим Разумом, быть изначально заключенной в самих вещах (энтелехия Аристотеля) или быть не более, чем средством познания высшего мира (И. Кант).

Христианская теология считает Бога единственной и высшей конечной целью явлений.

Трофическая сеть - ряд организмов, связанных между собой отношениями пища-потребитель. Основные уровни трофической сети включают продуцентов - зеленые растения, консументов - растительноядных животных, плотоядных - консументов 2-го, 3-го, иногда 4-го порядка.

Техносфера - сумма технических сооружений, размещенных в пределах Геосферы.

Трехпольное земледелие - система земледелия с трехтактным циклом: пар, озимые, яровые. Восстановление плодородия происходило в первом поле посредством внесения удобрений и повторной вспашки.

Триггер - переключатель. В технике - электронное или механическое устройство, которое посредством обратных связей придает системе свойство сохранять каждое из двух альтернативных состояний. По схеме триггера действуют обычно конкурентные системы в живой природе и обществе.

Фазовая переменная - одна из многих переменных, описывающих какую-либо степень свободы сложной системы. В классической физике - координаты и импульсы частиц системы. Совокупность фазовых переменных (время к ним не относится) образует многомерное фазовое пространство, в котором мгновенное состояние системы изображается точкой, а эволюция - траекторией. Совокупность (ансамбль) траекторий данной динамической системы, проходящих через все точки фазового пространства, называется фазовым портретом, а закон движения по ним - фазовым потоком.

Фазовый переход - переход вещества от одного термодинамически устойчивого состояния (фазы) к другому, сопровождающийся появлением новых свойств. Фазовый переход совершается резко, скачком, при постепенном изменении температуры, давления, напряженности магнитного поля и т.п. Фазовые переходы I рода в одну сторону сопровождаются поглощением значительных количеств энергии, в другую - выделением эквивалентных количеств скрытой энергии. Переходы II рода происходят без изменений содержания тепла.

Примеры фазовых переходов; ионизация газов, превращение газа в жидкость, жидкости в твердое тело.

Фенотип — комплекс свойств и признаков взрослого организма. Формируется в ходе индивидуального развития отдельного животного или растения (онтогенеза) при взаимодействии наследственных свойств организма и условий окружающей среды.

Филогенез - историческое развитие мира живых организмов в целом и отдельных таксонов от общих предков, преемственный ряд онтогенезов последовательных накоплений.

Филоценогенез - эволюция растительных сообществ, фитоценозов.

Флотация - процесс разделения мелких твердых частиц, основанный на их различии в способности смачиваться водой. Избирательное прилипание минералов к пузырькам газа используется при обогащении полезных ископаемых.

Флуктуация - кратковременное случайное отклонение от среднего значения какой-либо физической величины.

Флуктуацию зачастую отождествляют с шумами. Флуктуации возникают и усиливаются всякий раз, когда система проходит через кризисное состояние.

Фракталы - геометрические объекты, обладающие свойством самоподобия на разных масштабах наблюдения.

Задаются рекуррентной процедурой построения за бесконечное число шагов, что отличает их от обычных геометрических объектов. Фракталы моделируют сложные природные тела и процессы: деревья, облака, горный ландшафт, береговую линию, кровеносную систему, протекание жидкости в пористых породах, процессы в динамическом хаосе. Сегодня фрактальная геометрия дает новый концептуальный взгляд на физическую реальность и возможность эффективной саморазворачивающейся упаковки информации о сложных объектах. Хемотрофы — некоторые группы бактерий, использующие для синтеза органических веществ не солнечную энергию (фототрофы), а энергию химических реакций.

Ценофилы — виды растений, коадаптированные к другим видам, входящим в сообщество, и обитающие

преимущественно в сообществе данного типа.

Ценофобы - виды растений, избегающие сформировавшихся растительных сообществ.

Черная дыра - космический объект, возникающий в результате сжатия тела гравитационными силами до размеров так называемого гравитационного радиуса, за пределами которого сила тяготения стремится к бесконечности. Для Солнца это около 3 км. Вещество тела, достигшего гравитационного радиуса, должно неуклонно сжиматься к центру, при этом наружу не могут выходить ни излучение, ни частицы, лишь гравитационное поле. Для внешнего наблюдателя, находящегося далеко от звезды, с приближением размеров ее к гравитационному радиусу время неограниченно замедляется, поэтому коллапс происходит бесконечно долго. Черной дырой может стать звезда после выгорания в ней термоядерных источников энергии, при этом масса звезды должна быть в 1.5-3 раза больше массы Солнца. Наиболее вероятный кандидат на наличие черной дыры - двойная система Лебедь X-1. Предполагается, что в ядрах галактик и в квазарах могут находиться массивные черные дыры.

Эвтектика - расплав смеси компонентов (минералов), которые способны кристаллизоваться из расплава при температуре более низкой, чем температура плавления отдельных компонентов (синергический эффект).

Кристаллизация сопровождается выделением скрытой теплоты, что может переводить в жидкое состояние новые порции горных пород.

Эдификатор - виды растений, преобладающие в сообществе, с сильно выраженной способностью формировать специфические условия внутриценоотической среды: влажность, освещенность, колебание температур и пр. От эдификаторов в основном зависит состав, структура, продукция растительного сообщества.

Экзогенный - внешний, не связанный с внутренними закономерностями развития системы.

Экологическое пространство - абстрактное многомерное пространство, удобная модель для упорядочения представлений о взаимоотношениях популяций и видов. По осям экологического пространства откладываются факторы, лимитирующие распространение видов организмов (элементы питания, вода, климат и др.).

Экотон - переходная зона между фитоценозами, составленная из видов, относящихся к соприкасающимся сообществам, и, нередко, специфических экотонных видов.

Экстенсивное развитие - развитие систем за счет освоения новых территорий. Экстенсивное земледелие - система сельского хозяйства, при которой рост объема продукции осуществляется посредством расширения обрабатываемых земельных площадей. Противопоставляется интенсивному развитию - на одной и той же площади.

Элювиирование — вымывание движущейся в почве водой химических веществ и мелких механических частиц за пределы почвенного горизонта или почвенного профиля.

Эндемичный вид (род, семейство) - растения или животные, распространенные на ограниченной территории.

Эндогенный - явление, процесс внутреннего происхождения, порожденный саморазвитием системы.

Энтропия - понятие, введенное Р. Клаузиусом для определения степени необратимого рассеяния энергии в термодинамических процессах. Второе начало термодинамики провозглашает, что энтропия в замкнутой системе не убывает, может лишь возрастать или сохраняться на одном уровне. В дальнейшем понятие энтропии стало применяться в статистической физике, в теории информации и других дисциплинах как мера неопределенности опыта, как вероятностная мера хаотичности, неупорядоченности процессов и структур.

Этногенез - процесс возникновения и развития этносов.

Этнос - исторически возникшая устойчивая социальная группировка людей, объединенных (по Л.Н. Гумилеву) сознанием принадлежности к данному сообществу, а также, большей частью, общим языком, территорией, образом жизни и др. Объединяются в суперэтнос (христианский суперэтнос) и подразделяются на более дробные единицы, субэтнос (поморы, казаки — субэтнос Российского этноса).

Эукариоты - организмы (все животные, большинство растений), клетки которых содержат четко оформленное ядро, митохондрии и др. структурные элементы. Относятся к эволюционно более поздним образованиям по сравнению с прокариотами. не имеющими клеточного ядра.

Ян в древнекитайской философии - мужское начало, дополняющее женское начало инь. Оба начала пронизывают все явления материального и сверхматериального мира, их взаимодействие определяет ход эволюции Вселенной. Свойства начала ян: активность, духовность, уход от равновесия, склонность к риску, тепло, свет и др.