

О ПРИРОДЕ КРУГОВОРАЩЕНИЯ ЭКОГЕОСИСТЕМ

Рассмотрены общие закономерности развития экогеосистем и механизм их круговорращения, приведены примеры анализа развития экогеосистем разной природы.

Классическая наука и базирующееся на ней мировоззрение развивались, преимущественно, от общего к частному путем дробления мироздания на «секции» — научные дисциплины, в зависимости от предмета, состава и цели исследования. С развитием науки, ростом и углублением информации научные дисциплины разбиваются на все более мелкие фрагменты. Ученые замыкаются в рамках узкой специализации, создают собственные, понятные только им языки, усложняющиеся по мере приближения к границам данной научной дисциплины и ее мельчения. «Разделительная» парадигма становится тормозом дальнейшего развития. «Современная западная цивилизация достигла необычайных высот в искусстве расчленения целого на части... Мы изрядно преуспели в этом искусстве, преуспели настолько, что нередко забываем собрать разъятые части в то единое целое, которое они некогда составляли» [Пригожин, Стенгерс, 1986]. Особенно сильно разошлись естествознание с его техническими приложениями и гуманитарная сфера. Разные темпы их развития вызвали несоответствие нравственно-культурного уровня научно-техническим достижениям. Научные знания, совершенные технические средства часто используются не на общее благо, а для обогащения «продвинутого» меньшинства, для ведения войн, преступной деятельности. Изолированные технологии извлечения энергии и ресурсов из окружающей среды обеспечивают человечеству уровень потребления первичного биопродукта много больший положенного ему по месту в пищевой пирамиде (40 % против 1 %); темпы антропогенного нагружения биосферы к настоящему времени, по мнению ряда ученых, превышают порог ее устойчивости [Горшков и др., 1994]. И тем не менее растет дифференциация людей по уровню потребления, образования, медицинских услуг, возможности реализации своих прав. Люди, их сообщества, благодаря разуму в принципе способны целенаправленно, учитывая обратные связи и не вызывая опасного возмущения окружающего мира, регулировать свою жизнь, темпы развития. История и современность показывают, однако, что «сильные» предпочитают идти по пути максимального удовлетворения своих потребностей, что в условиях ограниченности природных ресурсов ведет к сокращению потребления остальным населением. Похоже, что основное правило естественного отбора: «выживает сильнейший» — пока выполняется во всех биосистемах, включая антропогенные, независимо от декларируемых намерений их лидеров. Судя по политическим реалиям, «коллективный разум», выраженный через господствующую идеологию, мораль, еще не вышел из «детского» (хватательного, берущего) возраста.

Таким образом, важной проблемой человечества, которую предстоит решать в XXI веке, является чрезмерная дифференциация, раскол (атомизация) мира, его «разноязычие» (в широком смысле) и сохраняющаяся тенденция роста в этом направлении. Без встречного движения к единению, а

в условиях экологического кризиса — к его возобладанию это может привести к гуманитарной катастрофе (по Библии, разноязычие — наказание Божье, привело к «вавилонскому столпотворению»). Важным этапом единения, в частности в области науки, является разработка междисциплинарной методологии познания, основанной на взаимосвязи всех экогеосистем и наиболее общих закономерностях их развития. Такая методология (синергетика) по существу соответствует экологическому мышлению (и определяет, воспитывает его), которое подразумевает не только понимание, но и чувствование общности со всеми частями окружающего мира и постепенно, по мере углубления экологического кризиса, овладевает массовым сознанием. В этом смысле синергетика смыкается с общей экологией. И та и другая на первое место ставят не борьбу, а единение с природой; не спор — «кто кого», а равноправное, взаимовыгодное сотрудничество, диалог с внешним миром. Статья посвящена части этой большой проблемы — концепции общности развития экогеосистем. Попытаемся сформулировать и поясним ее основные положения.

1. **Экогеосистемы** — это расположенные в биосфере и связанные между собой гео-, био- и антропоисистемы (включая информационные — науку, культуру, идеологию). Они представляют собой иерархию подсистем (субсистем) различной природы и возраста, в свою очередь состоящих из множества взаимодействующих по вероятностным законам частиц. Каждый последующий член иерархии, более молодой, подвижный и сложно организованный, появился и развивается за счет вещества и энергии предыдущих. В то же время последние — простые могут существовать без сложных, а сложные без простых — нет. Экогеосистемы, с одной стороны, открыты для обмена энергией, массой, информацией, а с другой — обладают определенной закрытостью (независимостью) и действует автономно и в достаточной степени определено.

2. Если абстрагироваться от состава частиц и механизма их взаимодействия (движения), различного в разных системах, то их (системы) можно представить совокупностями взаимосвязанных частиц, обладающими определенной активностью (энергией), которой они обмениваются со своим окружением. Такой подход используется в синергетике и в термодинамике. Тогда развитие экогеосистем можно рассматривать обобщенно, независимо от их природы, как результат энергообмена с внешней средой.

3. При энергообмене экогеосистема так или иначе деформируется. Все системы, их связи, обладают определенной **упругостью (обратимостью)** — способностью возвращаться при снятии «нагрузки» в начальное **равновесное** состояние. Сила упругости имеет **агрессивную** (негэнтропийную) составляющую, ответственную за переход системы после снятия нагрузки за начальное состояние — вторжение на «чужую территорию». Так маятник, отклоненный в одну сторону и затем отпущенный, пересекает линию равновесия и отклоняется (поднимается) в другую. Упругость и агрессивность присущи и всему живому, от них зависит выживаемость и место в пищевой пирамиде. Проявляются они в ответ на внешнее не катастрофическое (при котором система разрушается сразу) воздействие и утрачиваются со временем из-за старения системы. Это состояние подъема, избытка энергии, чувств хорошо распознается и у индивидов (вдохновение, одержимость, «кураж») и у сообществ (пассионарность этносов по Гумилеву). Именно агрессия (негэнтропия) и регрессия — отступление за линию равновесия (энтропия — см. п. 7), их противоборство определяют направленность (тренд) развития — собственно развитие. Без них земное бытие представляло бы собой бесконечную цепь гармонических колебаний.

Под внешним воздействием внутренние связи сначала деформируются упруго — удлиняются или сокращаются, подобно пружине, накапливая потенциальную энергию (упругость). Затем начинаются пластические (необратимые) деформации, в процессе которых накопленная энергия растрчивается на сопротивление внешним силам. Пластические деформации по исчерпанию упругостной энергии завершаются разрывами связей, которые, накапливаясь, приводят к разрушению системы — распаду на части. Твердые (жесткие) системы распадаются, минуя стадию пластических деформаций (хрупкое разрушение). Устойчивость — многозначное понятие, чаще всего применяемое для качественной оценки деформативных свойств. Система устойчива при определенной постоянной скорости деформации, чем меньше скорость, тем больше устойчивость.

4. Обладая определенной автономностью, экогеосистемы и их подсистемы несут в себе (наследуют от старших по мере эволюции Земли и биосферы) и общие черты. Таковыми являются цикличность внешних условий, процессов и состояний, круговороты энергии и вещества (массы), обусловленные в первую очередь астрономическими причинами: периодическим вращением Земли, колебаниями оси вращения, активности Солнца и др.; иерархичность циклов и их затухающий характер. Одинарный цикл включает участки подъема (становления), спада и переходов между ними. На участке становления система наращивает упругостную энергию — производит **негэнтропию**; на спаде деградирует — производит **энтропию**. Каждая геосистема претерпевает множество колебаний, включая собственные, связанные со «столкновениями» подсистем (частиц) и действием противоположно направленных сил (механизм и форма «столкновений» в каждой экогеосистеме свои). Результирующие колебания в общем не гармоничны, иногда преобладает энтропия, иногда — негэнтропия. Конечность жизни свидетельствует о превалировании энтропии над негэнтропией, разрушения над созиданием.

5. Повторяемость (круговороты) собственных колебаний (способность к частичному воспроизводству, **самоорганизация**) в геосистемах оказывается возможной из-за «борьбы» гравитации, направленной вниз, с тепловым потоком, направленным вверх. В результате устойчивая стратификация массы Земли, при которой более тяжелые слои располагаются внизу, постоянно нарушается. Нижние слои нагреваются и вытесняются вверх, где остывают и вновь опускаются вниз — по принципу работы конвективного термосифона, образуя круговороты массы и энергии с тенденцией, из-за энтропии, к затуханию колебаний. В этом смысле (и с учетом предыдущего пункта) все природные системы обладают способностью к самоорганизации.

6. Существующее деление систем на изолированные (закрытые), могущие только деградировать, и открытые, способные развиваться по восходящей, условно. Все природные системы на стадии становления открыты для приема энергии (пищи) и закрыты на стадии деградации. Открытость (способность потреблять) системы лимитируется **энергоемкостью** — открытым сосуд в водоеме «сам закрывается» по мере заполнения. Как только приход энергии превысит энергоемкость, система начинает разрушаться; действует универсальный закон: любое воздействие в малых дозах полезно, а в больших вредно. Приток энергии, массы, информации из внешней среды в открытую систему, ее прогресс так же естественны, самопроизвольны, как разрушение и рассеяние (диссипация) закрытой.

7. Важнейшей характеристикой развития является **энтропия**. Это понятие, изначально характеризующее необратимую часть теплового потока, проходящего через систему, численно равную теплоемкости при изменении температуры от абсолютного нуля, со временем приобрело универсальный смысл увеличивающегося (даже при неизменных внешних условиях) беспорядка,

износа, утраты, деградации чего-либо вообще, включая нематериальные объекты. Например, инфляция — это не что иное, как финансовая энтропия, характеризующая старение общественно-экономических систем. «Этническая история — это история утрат» [Гумилев, 1994] этнических связей, т. е. «этническая» энтропия.

Энтропия сложное и противоречивое понятие. При понижении температуры энтропия S стремится к 0 (принцип Нернста — Планка), а ее прирост ΔS , производство из одинаковых порций тепла, наоборот, увеличивается (формула Клаузиуса). Налицо дихотомия целого и его части, системы и подсистемы, S и ΔS . Порядок, упорядочение ассоциируется, с одной стороны, с цельностью, прочностью, простотой системы; с другой — с многообразием и высокой организованностью ее частей. Но эти группы категорий плохо совместимы (противоречивы). С увеличением цельности и прочности системы (повышение S) одновременно уменьшается ее подвижность и многообразие (уменьшение ΔS) в результате затвердевания («вымораживания») связей частиц; их гибкость (*пластичность*) вырождается в *хрупкость*. Т. е. увеличение порядка сопровождается уменьшением его качества (порядка самого порядка). Это обуславливает иерархизацию бытия по ступеням развития с примерно постоянной структурой: по фазам (пар, жидкость, твердое тело), режимам течения (турбулентное, ламинарное), эпохам (климатическим, геологическим, общественным), уровням антропоной деятельности — так, что вместе с увеличением порядка (уменьшением S) идет упрощение и увеличение хрупкости структуры (увеличение ΔS); и близкий к скачкообразному переход от структуры к структуре. Представление об изменении энтропии во времени дает прилагаемый рис., из которого видно, как общее увеличение порядка сопровождается его уменьшением на каждом структурном уровне.

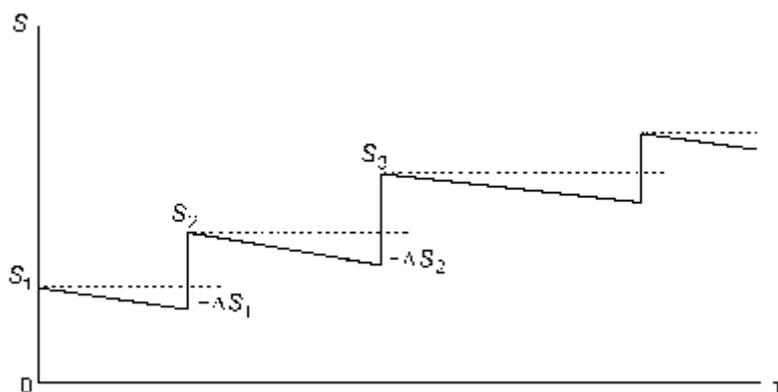


Рис. Схема изменения энтропии во времени

8. Всегда можно выделить границы влияния данной подсистемы на окружающую среду и считать эту, расширенную за счет зоны влияния, систему закрытой, обладающей некоторым неизменным количеством энергии, массы, информации. В пределах *расширенной* системы («*универсума*») прогресс подсистемы сопровождается регрессом ее окружения и наоборот.

9. Энтропия не препятствует эволюции, наоборот — отходы (энтропия) одной подсистемы при надлежащей синхронизации развития служат строительным материалом и «пищей» (негэнтропией) другой, а медленное остывание Земли и биосферы формирует тенденцию к интенсификации и экономичности процессов развития и форм существования. Это подтверждается, например, вымиранием гигантских животных и живучестью и разнообразием мелких.

10. Процессы развития локализируются в пространстве: устойчивые последовательности — районами с однородными свойствами (ландшафты, биоценозы, климатические зоны, нации, государства), неустойчивые — разделяющими их пограничными (маргинальными) участками — фронтиром. Ритмичность процессов обуславливает пространственную ритмику структур — географических поясов, элементов рельефа, тектонических образований, холодных и теплых зон. Колебания климата, уровня океана, оледенений, история биосферы и человечества запечатлены волнистым распределением температуры по глубине, специфическими напластованиями пород, ископаемых останков флоры и фауны, предметов культуры и быта. Чем древнее эпоха, тем на большей глубине отпечатаны ее следы. «География и история вчера — это геология и археология сегодня».

11. Синергетический (и энергетический) подход позволяет выявлять общие закономерности развития сложных систем разной природы, используя какую-нибудь относительно простую физическую модель, поддающуюся количественному анализу, например нагруженный мерзлый грунт [Коновалов, 1999]. Выбор этой модели обусловлен ее доступностью, близостью реальных

температур к температуре фазовых переходов, малой (и регулируемой) длительностью «жизни», наконец — наглядностью и прямым соответствием смысла терминологии, абстрактно применяемой для характеристики сложных систем и понятий, связанных с развитием, типа: **деформация** взглядов, **гибкая** политика, отношения **на точке замерзания**, **кристаллизация** идеи, **давление** среды и т. п. Эта сугубо «мертвая» (косная) система демонстрирует в опытах в простейшей форме основные свойства самоорганизующейся системы: самостоятельную смену режима «открытой» системы на режим «закрытой», замыкание циклов прихода — расхода энергии извне, их повторяемость и даже нечто похожее на «продолжение рода» в живых системах — в момент разрушения образца грунта в его обломках («детях») скачкообразно восстанавливаются начальные условия (давление) цельного образца. Для сравнения приведем высказывание М. В. Ломоносова, касающееся антропных систем [Абдулатипов, 2001]: «Начинаются народы, когда другие рассыпаются, одно разрушение дает происхождение другим».

12. Кривые хода деформации (механического эквивалента энтропии) нагруженного тела во времени независимо от состава, теплового состояния и вида напряжения включают **3 стадии**: упруго-вязкую (становление, «детство») — **1**; линейную («зрелость») — **2**; деградацию (спад, «старость») — **3**. Чем больше нагрузка (уровень потребления), тем меньше время до разрушения («жизнь»). Скорость деформации (скорость производства энтропии) убывает на стадии становления и растет на стадии деградации. Между подъемом и спадом, на стадии зрелости, скорость деформации развития минимальна и постоянна. Строго говоря, деформирование проходит в две стадии — упрочнения (уплотнения) и разупрочнения. Стадия линейной деформации является переходной между ними. Ее выделение обусловлено ограниченной возможностью измерения минимума скорости деформации, вследствие чего излом кривой деформации происходит не в точке, а «размазан» по временному отрезку, на котором изменение скорости деформации меньше погрешности ее измерения. На 1-й стадии система наращивает упругостную (внутреннюю) энергию, на 2-й растрчивает ее, *обращая* из свободной в связанную. Начало 3-й стадии совпадает с практически полным переходом внутренней энергии из свободного состояния в связанное и к близкому к 0 значению упругой деформации. На 1-й стадии система только берет из внешнего окружения, на 3-й только отдает (разрушается), на 2-й (стабильной, зрелой) расход энергии примерно сбалансирован с приходом на 1-й. Поэтому первые две стадии можно объединить в одну — **стадию устойчивого (сбалансированного) развития**.

13. Известно, что все организмы на 70–90 % состоят из воды и что «жизнь есть форма существования белковых тел». Соответственно термические условия возникновения жизни ограничены довольно узким интервалом — температурами замерзания воды (≈ 0 °C) и коагуляции (свертывания) белка (≈ 50 °C). Некоторые микроорганизмы могут существовать и при более высоких температурах. Энергия, тепло для возникновения новой структуры — жизни может быть взято только из окружающей среды. Действительно установлено, что температура в верхних слоях литосферы и нижней части атмосферы (в пределах биосферы) в последние 3 млрд. лет (примерный возраст биосферы) в общем понижалась. Следовательно, жизнь могла возникнуть в водной среде при ее остывании ниже примерно 50 °C. Минимум теплоемкости, а значит, и минимум энтропии и максимум неэнтропии воды приурочены к диапазону температур 35–40 °C, ближе к 37 °C, по-видимому, он и наиболее благоприятен для появления жизни. Рождение нового — структурный (фазовый) переход — в мелких системах, близких по удельному объему к ее элементарным частям, происходит скачком. В крупных, состоящих из множества частиц, растягивается во времени, но при сохранении внутри системы условий фазового скачка. Так кристаллизуются жидкости, и, видимо, так появились высшие формы жизни в период, когда Земля с биосферой, остывая, достигла температуры 35–40 °C и начался (и продолжается) своеобразный фазовый переход — форма существования высших животных (типа кристаллизации жидкости при температуре на границе фаз около 37 °C). Температура появления жизненных форм зафиксирована как температура их тела (у холоднокровных — как допустимый диапазон температур), и с тех пор жизнь — это непрерывная борьба против холода, работа по превращению пищи в тепло и жизненную энергию, накопление энтропии. По температуре тела разных животных и времени их появления можно приближенно судить о динамике климата Земли.

14. Разное направление эволюции неживой и живой природы, первой — к простоте и единообразию, второй — к усложнению форм и многообразию, объясняется более поздним появлением биосферы и использованием ею земной оболочки как питательной среды (см. также п. 7 и 9). Неживая природа уже прошла стадию становления, а живая — нет. Энергетика развития неживой природы включает две составляющие: тепло- и массообмен (работу). В живых системах к ним добавляется обмен информацией. Биосистемы развиваются в направлении роста потребительской способности (энергоемкости) путем увеличения численности популяций и расширения ареала. Этот рост лимитируется наличием пищевых ресурсов, конкуренцией, а также физическими ограничителями. У растений таким ограничителем является невозможность самостоятельно передвигаться, у холоднокровных животных — длительно существовать в районах с отрицательной температурой. У человечества, вооруженного современной техникой,

возможности потребления практически безграничны. Но оно наделено разумом, позволяющим ему не только совершенствовать орудия потребления, но и самостоятельно выбирать и ограничивать потребности определенными нормами, руководствуясь долгосрочной выгодой и морально-экологическими принципами.

Таким образом, отличие самоорганизации развития разумных систем от «неразумных» можно свести к наличию у первых осознанных запретов — моральных и правовых (включая экологические) норм, ограничивающих возможности потребления.

Хотя свойство, подобное морали («сознательности»), своего рода сцепление, средство, обеспечивающее длительное сосуществование частиц, присуще всем системам. Разница только в его количестве, определяющем разный уровень (качество) сознания, повышающийся по мере развития от косного к живому, к биосфере; и от биосферы к ноосфере.

15. Естественную (интуитивную) мораль можно определить как укорененные в подсознании правила отношений членов человеческих сообществ друг с другом и внешним миром, обеспечившие их выживаемость и становление. В дальнейшем она развивается в пространстве между идеалами (потенциалами) добра (совести, справедливости и т. п.) и зла. Граница между ними определена (осознана) на заре человечества (в «осевое время») и догматически закреплена на уровне религиозных учений (этик). Незыблемость религиозных догм (фундаментализм) подтверждается многовековой историей. Их назначение — защита добра от зла — подразумевает агрессивный (п. 3) характер последнего, самопроизвольное развитие в направлении понижения нравственного уровня. Энтропия выразилась в постепенном ослаблении зависимости поведения людей от религиозных догм, продвижении зла на территорию добра и образовании еще одной линии обороны — юридических (правовых) норм. Эти нормы снисходительней к природе человека, но жестче санкционированы. Но они и более подвижны и неустойчивы, поскольку отражают общественные отношения, подчиняясь их динамике, и имеют тенденцию к смягчению. В срединной области (энтропийном поле) между совестью (фундаменталистской моралью) и законом живет законопослушное большинство. Здесь в постоянном борении разума и инстинктов, необходимости и свободы, коллектива и личности формируются уровни общественной морали и правосознания; в разумных пределах морализуются (обуздываются) «злые» (агрессивные) силы — зависть, властолюбие, тщеславие, корысть, любопытство и т. п., несовместимые с религиозными нормами, но побуждающие такие активные, двигающие прогресс, формы деятельности, как политика, бизнес, финансы, торговля, СМИ и др.

16. Стадийность развития живых систем и особенности энергетики на стадиях в общем те же, что и у косных. На 1-й стадии, в «детстве», деформации позитивны — биологическая особь берет из окружения и накапливает обратимую (упругостную) энергию, а также массу и информацию, которые растрчивает в зрелом возрасте — на 2-й стадии. На 3-й стадии, в «старости», идет ускоренное разрушение коренной структуры. Мертвую органику редуценты обращают в первичный хаос — химические элементы в броуновском движении.

17. По такой же схеме: становление (расцвет) — стабильное существование — упадок — развиваются и антропные системы: цивилизации, этносы, государственные и производственные структуры, наука, культура.

«История человечества есть история смены различных типов культур, последовательность зарождения, расцвета и упадка культур всегда, всюду может быть установлена» [Трубецкой, 1994]. Глобальный тренд общественного развития определяется кругооборотах (спиралями) многих составляющих: духовных, культурных и материальных ценностей, политических ситуаций и, не в последнюю очередь, природных условий. Общественные системы по сравнению с биологическими, а тем более геологическими молоды. Большинство протекающих в них процессов находится в стадии становления. В то же время они более подвижны, скорость их развития, оборачиваемость, выше. Например, искусство за историческое время прошло полный цикл развития, включающий негэнтропийный и энтропийный этапы: от примитивных фигур и знаков, ритмичных телодвижений под барабан или речитатив до великолепия и гармонии Ренессанса и, по крайней мере в авангардистских направлениях и «легком» жанре, — обратно (к абстракционистам, «металлистам», рэпу и т. п.). Идеальным образом конца и начала искусства (и всего мироздания) может служить «Черный квадрат» Малевича.

18. Деформация, любые изменения фактически регистрируются начиная с какого-то минимально возможного, по техническим причинам, отрезка времени — условного мгновения, которому соответствует условно **мгновенная деформация** δ_s . Поэтому, кроме трех наблюдаемых стадий, деформационный (жизненный) цикл имеет **скрытый** участок развития. Скрытость в широком смысле подразумевает и защищенность «зарождения» и раннего развития оболочкой повышенной устойчивости типа скорлупы, кокона и т. п. В обществе роль защитной оболочки играют также семейные отношения, морально-правовые нормы. Благодаря этой оболочке скорость (упругой деформации) зародыша сначала увеличивается. По мере разрушения оболочки (часто скачкообразного) скорость деформации начинает уменьшаться и развитие переходит в «видимую» фазу. Скрытая фаза развития — «предыстория», «преджизнь», «предрассудок»,

называясь по-разному (эзотерической, трансцендентной, априорной, метафизической, инкубационной, эмбриональной и т. д.), присутствует во всех системах. По мере развития науки и техники она сокращается, стремясь к некоторому минимуму, ниже которого корректное измерение одновременно двух малых величин — деформации и времени физически невозможно (принцип неопределенности Гейзенберга). Развитие системы на этом участке не поддается наблюдению, а около указанного минимума — и «здоровому» осмыслению из-за отсутствия фактической информации. Материалистический критерий истины — практика, опыт здесь «не работает».

19. Скрытый участок развития относительно мал в жизненном цикле любой системы; переход в «видимое» бытие осуществляется как бы скачком. Именно на этом участке, где «берега сходятся и все противоречия вместе живут» (Достоевский), из первичного хаоса рождается порядок — определенность, структура с наперед заданными свойствами и спектром путей развития. Аналогичный участок — непредсказуемости — имеется в конце жизненного цикла. Между этими участками с одной, «видимой», стороны находится область детерминизма, где действуют законы классической науки, линейные или поддающиеся линеаризации, с другой, «невидимой» — область иррационализма, «зазеркалье», где реальные вещи и время теряют определенность, а разум «спит». С учетом этого к трем явным стадиям развития надо добавить 4-ю, неявную, замыкающую развитие экогеосистем в круговорот, орбиту с тремя видимыми стадиями, ассоциируемыми с образами весны, лета и осени (или утра, полудня и вечера), и одной невидимой — зимой (ночью).

20. Часть внутренней энергии (массы, информации, упругости, агрессивности), соответствующую условному мгновению, система не отбирает у внешней среды, а получает по наследству, даром — назовем ее элементарной энергией или, точнее, с учетом работы по деформации δ_3 , элементарной энтальпией H_3 . Это минимальная часть — клетка, элемент, на которые делится энергоемкость (энтальпия H) системы. Естественно предположить, что максимальное число «детей» (клеток) — n_{\max} , точнее, их тепловых эквивалентов, которое может произвести система, равно отношению: $n_{\max} = H / H_3$. Производить себе подобных система может только на 2-й стадии, за счет свободной энергии Гиббса G — разницы между энтальпией и связанной энергией. В начале 2-й стадии, когда свободная энергия равна максимуму — энтальпии H , число таких клеток также равно максимуму. В другие моменты времени оно равно отношению свободной энергии к элементарной ($n = G / H_3$). Способность к воспроизводству утрачивается, когда оставшаяся свободная энергия равна или меньше двух элементарных ($G \leq 2H_3$), только в этом случае еще возможно деление на равные части. Т. е. энтальпия (и деформация) на начало 2-й стадии является своеобразным энергетическим «теломером».

ЛИТЕРАТУРА

- Абдулатипов Р. Г. В поисках «звездного» часа России // Звезда. 2001. № 3. С. 175–181.
Горшков В. Г. и др. Окружающая среда: От новых технологий к новому мышлению. М.: Знание, 1994. 27 с.
Гумилев Л. Н. Конец и вновь начало. М.: Танаис, 1994. 420 с.
Коновалов А. А. К методологическим аспектам устойчивости экогеосистем // Наука Тюмени на рубеже веков. Новосибирск: Наука, 1999. С. 156–174.
Основы философии. М.: Просвещение, 1998. 320 с.
Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М.: Прогресс, 1986. 432 с.

ИПОС СО РАН,
г. Тюмень

A. A. Konovalov

ON NATURE OF CIRCULAR MOTION OF ECOGEOSYSTEMS

The article considers regularities regarding development of ecogeosystems and mechanism of their circular motion. Supplied with analytical examples on development of heterogeneous ecogeosystems.