Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

10
Скорость эволюции: пульсирующая, замедляющаяся, ускоряющаяся

С. В. Цирель

Когда мы задумываемся о скорости эволюции, то в зависимости от направления размышлений перед нашими глазами предстают разные образы.

Первый образ, который предстает перед человеком, далеким от этих проблем, – это, вероятно, школьная дарвиновская эволюция, постепенная, ненаправленная, не замедляющаяся и не ускоряющаяся. Этот тип протекания эволюции давно потерял в науке статус магистрального и рассматривается лишь как частный случай в более сложных формах эволюционных процессов.

Для человека, которому наиболее интересна биологическая проблематика – от палеонтологических находок до живых организмов, – ближе образ пульсирующей эволюции, в которой длительные периоды медленных изменений чередуются с короткими всплесками быстрых и интенсивных перемен. При этом большинство таких людей не сомневается в направленности эволюции, в преобладании необратимого процесса движения от простого к сложному.

Для историков и антропологов, изучающих самые различные периоды человеческой истории в разных масштабах и с разных позиций, – от трансформации ранних гоминид с зачатками разума в многомудрых представителей вида *Homo sapiens* (или *Homo sapiens sapiens*) до «новистики» и «глобалистики», – наиболее близки представления об ускоряющейся эволюции или даже попросту о прогрессе. Более сложным вариантом ускоряющейся эволюции является серия кризисов, перед которыми эволюция замедлялась, а после которых развертывалась с невиданной ранее скоростью.

Модные ныне постмодернистские представления, уравнивающие культуры малых палеолитических групп и народов с многотысячелетней письменной историей (а также катастрофические футурологические построения о рукотворном конце человеческой истории и даже биосферы), спорят с этой позицией. Тем не менее ускоряющий прогресс (хотя бы только технологический и организационный) не может быть исключен из описаний длительных отрезков человеческой истории, что в свою очередь не отрицает существования периодов замедления исторических процессов, причем даже приходящихся на самые близкие к нам времена.

Для астрофизиков, изучающих рождение Вселенной (нашей Вселенной – в иной интерпретации), и астрономов, изучающих зарождение галактик, звезд, планетных систем, а также геологов, специализирующихся на ранних этапах истории Земли, наиболее близок взгляд на эволюцию как замедляющийся процесс. Резкие изменения в начале существования сменяются более медленными изменениями уже сформировавшихся объектов. Весьма характерна в этом смысле широко известная научно-популярная книга *Первые три минуты…* (Вайнберг 2000), в которой приведены понятные неспециалисту численные оценки замедления, указывающие на экспоненциальный или даже гиперэкспоненциальный характер спада скорости от момента сингулярности (см. Рис. 1 и 2).

Цирель видимо не знаком с книгой И.М. Дьяконова "Пути истории" где говорится о сокращении периодов исторического развития; работами С.П. Капицы об ускореним (и только ускорении) исторического времени по закону прогрессии со знаменателем, равным примерно трем; исследованиями Ю.В. Яковца "История цивилизаций. М., 1997" где показано, что длительность мировых цивилизаций сокращалась по закону прогрессии с коэффициентом ускорения примерно равным двойке. ;с нашей работой http://avmol51.narod.ru/Singular_D.html где была сделана попытка обобщить все эти исследования.

Скорость глобального исторического процесса на всех его этапах, а именно о ней должен писать Цирель в этом исследовании, посвященном универсальной и глобальной истории, ВСЕГДА только возрастала.

Следовательно С.В. Цирель не понимает в чем заключается глобальный историчекий процесс, не понимает он также и что такое универсальная эволюция, и даже в чем заключается задача любого научного исследования, см. ниже.

Не более сложный, а стандартный сценарий, когда ускорению, скачку эволюции, непосредственно предшествует кризис, катастрофа: [Хайтун...]

Скорости чего?

В каждый момент исторического развития эволюционирует только верхняя, последняя по времени и высшая по уровню развитию ступень в иерархической лестнице эволюции - ее авангардная система. Каждая из систем предшествующих уровней была эволюционирующей, т.е. авангардной, в момент своего становления." В этом суть прогрессивной эволюции. Т.е. замедляются те формы движения, которые не являются авангардными системами и уже не эволюционируют. Иначе говоря, скорость универсальной эволюции НИКОГДА не замедляется, как считает Цирель.

"Не появлялись новые физические взаимодействия, новые химические элементы (а если и можно говорить о таких явлениях, то только как о продуктах деятельности вышестоящей авангардной эволюционной системы). Биологическая эволюция осуществлялась исключительно за счет прироста новых, высших по уровню классов, а не как непрерывная модификация имеющихся видов. Все биологические классы, виды, возникнув в момент своего нахождения на верхней ступени эволюции, в дальнейшем уже не претерпевали принципиальных (не адаптивных) модификаций. Все изменения видов происходили и происходят сейчас либо в рамках уровня, определенного на момент их появления, либо вообще в направлении деградации (атрофирование органов, утеря некоторых способностей и т.д.)." [А. Болдачев]

Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

Рис. 1. Эра преобладания излучения. Показана температура Вселенной как функция времени для промежутка от конца нуклеосинтеза до рекомбинации ядер и электронов в атомы (Вайнберг 2000: 100)

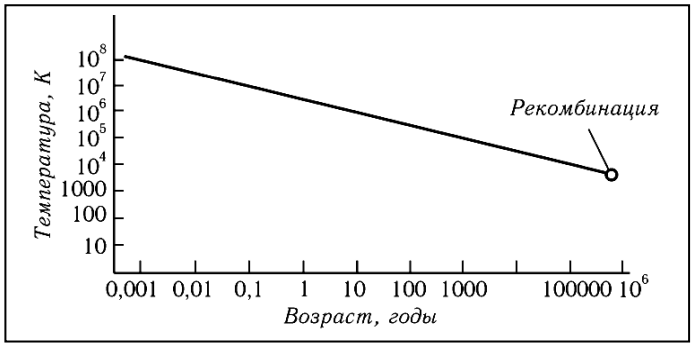
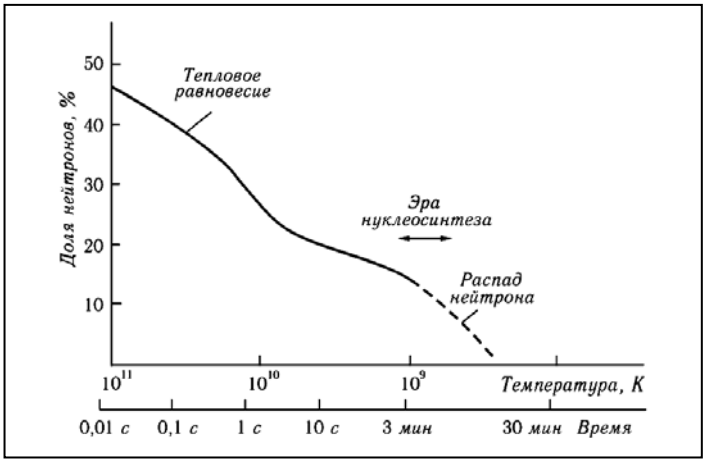


Рис. 2. Сдвиг нейтро-позитронного баланса. Показана доля нейтронов ко всем ядерным частицам как функция температуры и времени (Там же: 122)



Цирель должен писать об универсальной эволюции, но он не различает общепринятое, научное значение этого термина с его значением в обычном бытовом смысле, когда говорят об эволюции сотового телефона, языка С, и даже об "эволюции Борна"

Универсальная эволюция - это многоэтапный процесс, (длительность этапов которого всегда только сокращалась) и заклчалась она в появлении принципиально новых, форм движения, уникальных определений (параметров, категорий, систем и т. д.), не существовавших до этого.

Этим понятие "эволюция" отличается от понятия "развитие", и этого различия Цирель очевидно не понимает.

Нетрудно заметить, что данный взгляд (разумеется, исключая изменения величин на многие порядки) имеет немало общего со взглядом тех, кто интересуется эволюцией единичных особей или предметов. В эту широкую категорию мы включили представителей самых различных профессий – от гинеколога и неонатолога до технолога на машиностроительном заводе. Все они знают, что самые быстрые и самые большие изменения происходят при создании (формировании) предмета или существа, а далее скорость изменений замедляется. Несколько меняя ракурс взгляда на предмет, отметим, что по отношению к зародышам живых существ проведенная аналогия выражает известное правило сходства онтогенеза и филогенеза (эволюции), а отсюда уже просматривается (или ее просто очень хочется видеть) дорога к ранним этапам существования нашей планеты и эпохе появления на ней живых существ. Из менее эффектных и глубоких аналогий, зато хорошо понятных и подробно изученных, можно указать на период приработки любых технических устройств, также отличающийся повышенной скоростью изменений (в данном случае в основном поломок и замен деталей).

Впрочем, подобный взгляд на людей, представителей флоры и фауны, а также на изделия и станки знает и другой период убыстряющихся перемен – это период умира-

Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

ния живого существа или вещи. Изменения на этой печальной стадии имеют различную форму – от прогрессирующего снижения характеристик объекта до учащающихся обратимых и необратимых отказов его составных частей.

Однако не только «земные» науки, но также астрономия с астрофизикой могут привести аналогичные примеры трансформаций; пожалуй, самый красивый пример – это коллапс массивной звезды, ее ускоряющееся превращение в черную дыру. В то же время согласно современным представлениям будущее поведение Вселенной зависит от ее массы – при недостаточно большой массе процесс обращения в сингулярность (смерти или «обратного рождения») ей не грозит, вместо него прогнозируется бесконечное расширение с бесконечным снижением плотности. Живым существам несвойственно бессмертие, даже сопровождающееся бесконечным снижением плотности расположения составляющих элементов. Сине-зеленые водоросли, которые не знают обязательной органической смерти, отнюдь не застрахованы от участия в трофических цепочках или механического уничтожения.

Вода

Этот беглый обзор самых известных типов эволюционных процессов (точнее, части из них) показал множество типов поведения. Причем, составляя этот список, мы прошли мимо целого ряда форм эволюции: от трансформации культурных феноменов (в том числе естественных и искусственных языков, национальных культур и т. д.), психических феноменов до изменений темной материи и темной энергии, о которых рядовому человеку известно лишь то, что они составляют бóльшую часть мира и крайне мало изучены. Но уже и этот неполный список поставил перед нами множество вопросов.

Самый первый и самый сложный вопрос состоит в том, что стоит называть скоростью эволюции. Мы видим, что скоростью эволюции можно с равным правом называть самые различные явления, причем подчас имеющие отрицательные корреляции между собой. Наиболее просто это наблюдать на примере биологической эволюции, хорошо изученной с этой стороны. Например, рост альфа-разнообразия (количества таксонов одного ранга в сообществе), вообще говоря, чаще соответствует замедлению вымирания старых видов. Иными словами, в определенном смысле рост наблюдаемого альфа-разнообразия с течением времени скорее означает не ускорение, а замедление процесса эволюции – снижается скорость отбраковки «неудачных произведений эволюции» и растет длительность существования каждого таксона.

Цирель не понимает в чем заключается универсальная эволюция поэтому все его рассуждения о ее скорости не имеют смысла.

Очевидно, что таких скоростей роста разнообразия можно представить достаточно много (для видов, родов, семейств, отрядов и других таксонов). Логично считать, что они, как правило, коррелированы между собой, хотя нетрудно найти и контрпримеры, ибо новые таксономические единицы высоких рангов при своем появлении беднее таксонами, чем более старые. Для обобщения данных и сокращения количества показателей можно образовывать некие комплексы, где каждый таксономический ранг получает свой коэффициент, но очевидно, что нет единственного и бесспорного пути такого обобщения.

Кроме того, для описания экологических систем совсем не обязательно исходить из полного исчезновения того или иного таксона. Хрестоматийный пример с кистеперыми рыбами показывает, что многие таксоны после маргинализации могут существовать в течение огромных сроков. Сохранение древнейших объектов, утративших всех «родственников», свойственно не только биологической, но и лингвистической эволюции – в труднодоступных горных долинах или на отдаленных островах представителей до сих пор существуют изолированные языки из давно исчезнувших языковых семей. Поэтому необходимо учитывать не только вымирание/появление, но также численность и роль в трофических связях и всей организации экологической

Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

системы. При этом роль образования новых видов (родов и т. д.) даже при малой численности их представителей не может измеряться чисто количественным образом, речь идет уже о качественном изменении, которое необходимо принимать во внимание.

Однако в целом для языковой и особенно социальной эволюции нет столь четкого противопоставления между скоростями создания нового и исчезновения старого. Новые явления часто полностью заменяют старые, растворяя в себе их многочисленные следы, хотя это не упрощает задачи измерения скорости эволюции. А. В. Коротаев (2003) приводит ряд наглядных примеров, как с виду сходные и сопутствующие друг другу характеристики организации общества на самом деле логически и статистически находятся в очень сложных соотношениях между собой.

Очень важно отметить, что, обсуждая скорость эволюции, мы подразумеваем лишь конечные (разумеется, с нашей точки зрения) результаты, но не затрагиваем вопрос о скорости ненаправленных «дарвиновских» мутаций, которая, безусловно, тоже варьирует (например, под влиянием уровня радиации). Но в целом она гораздо более стабильна, чем конечный результат эволюции, зависящий от текущего состояния экосистем и влияния внешних воздействий. Возможно, ее можно воспринимать как предельную (и обычно недостигаемую) скорость изменений, хотя есть предположения, что ламаркианские механизмы и горизонтальный перенос генов в состоянии повышать ее значение в тех или иных пределах. Следовательно, образ, отброшенный в первых строках статьи, может рассматриваться не только как частный случай, но и как некий более глубокий уровень, где нет (или почти нет) ни пульсаций, ни ускорений, ни замедлений.

Бессмысленный набор слов с целью показать глубину эрудиции автора. Такого рода текст здесь повсюду.

Эти далеко не бесспорные рассуждения можно перенести и на другие типы эволюции. В эволюции языков такую роль, причем куда более важную для конечного результата, чем частота мутаций в биологической эволюции, играют оценки, основанные на глоттохронологической формуле М. Сводеша (1960) и ее модификациях, предложенных С. А. Старостиным (1989)[1]. Разумеется, реальная картина эволюции языков не может быть построена лишь на подсчетах по таким формулам, необходимо учитывать исчезновение старых, появление новых языков, изменение соотношения числа их носителей (и роли в межкультурном обмене), то есть те факторы, о которых мы говорили, обсуждая чуть выше биологическую эволюцию.

В области социальной эволюции инварианты скорости эволюции видны менее отчетливо, чем в предыдущем случае. Тем не менее нельзя считать, что вовсе нет характеристик, претендующих на такую роль. В гипотезе С. Кузнеца и Дж. Саймона (Kuznets 1960; Simon 1977), о которой пойдет речь ниже, роль инварианта играет коэффициент, характеризующий долю изобретателей (совокупно с их производительностью и усредненной значимостью изобретений) среди человечества, хотя существует утверждение, что этот параметр, кроме ненаправленных вариаций, претерпел резкое изменение в античные времена (Коротаев 2006; Коротаев, Малков, Халтурина 2007: 182–208).

Цирель начинает подготовку к защите полностью несостоятельной изобретательской теории Коротаева. Какая трогательная преданность! Надо думать ему это зачтется.

Другим инвариантом, на наш взгляд, может служить скорость полупоступательного-полукругового «очеловеченного»[2] времени. Материей, или, точнее, мерами исторического времени, выступают исторические события и исторические изменения: возникновения и падения царств и империй, рост народонаселения Земли, технологический прогресс или рост скоростей передачи грузов и информации. Естественными мерами обыденного времени могли бы выступать главные астрономические циклы – сутки

[1] Возможно, в этой роли должны выступать не сами глоттохронологические константы, а частоты языковых ошибок (см.: Lieberman *et al.* 2007) или скорость изменения сленгов.

[2] Выражение А. Я. Гуревича из книги *Категории средневековой культуры* (Гуревич 1972).

Согласно принципу демографического императива С.П. Капицы естественной мерой прогресса, развития является численность населения Земли. Это замечательное открытие позволяет также разбить время эволюции рода "homo" с момента его возникновения и все историческое время от неолита и до наших дней на 11 периодов, длительность которых сжимается по закону прогрессии; Численность населения мира, а также уровень развития социума, растут по закону той же прогрессии. Обыденное время - это выдумка С.В. Цирель. Естественной мерой исторического времени согласно исследованиям С.П. Капицы, является его постоянная времени, величина которой примерно равна 45 лет. (Для С.В. Цирель очевидно не существует основополагающих исследований С.П. Капицы) С нашей точки зрения такой мерой является Кондратьевский цикл, причем важна не только его длительность (примерно 50 лет), но и фаза.

Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

и год, но оба периода слишком коротки и слишком «цикличны», ибо существуют вне тех изменений, которых человек не может избежать – необратимого жизненного пути каждого человека и смены поколений. Поэтому мерой обыденного времени должна быть человеческая жизнь (или только ее активный период). На протяжении большей части истории продолжительность человеческой жизни практически не менялась, и скорость обыденного времени оставалась почти постоянной. В последние столетия продолжительность жизни выросла, и в противоположность ускоряющемуся историческому времени скорость обычного времени даже немного замедлилась. Разнонаправленность изменений скорости обыденного и исторического времени, как нам представляется, имеет важное значение для понимания современной эпохи. На протяжении всей предшествующей истории человечества (эпохи ускорения исторического времени) «обгоны» обыденного времени были эпизодами, после которых восстанавливалось обычное соотношение скоростей.

По Капице, ускорение исторического времени сопровождается ускорением времени психологического, что особенно чувствуется в наше время, эпоху демографического перехода, времени кризисов и стрессов, когда разрушаются все устоявшиеся в течение веков законы развития.

Однако в переживаемую нами эпоху, когда скорость исторических (например, технологических) изменений достигла небывалых ранее значений (потом мы еще обсудим, как ее лучше измерить), а обыденное время, напротив, замедлилось, обратное соотношение становится нормой. Это приводит к тому, что обыденное время начинает тормозить исторические изменения, людям тяжело отвыкать от того, к чему они привыкли в детстве и юности. Разумеется, историческое время не сдается без боя, например вопреки прежним традициям во многих областях бизнеса (особенно в самых быстроразвивающихся) руководящие позиции занимает уже не самое старшее работающее поколение, а более молодые люди. Тем не менее, подобные явления не могут полностью снять эффекта торможения, проявляющегося в самых разных областях – от фактического или кажущегося замедления научного прогресса до замедления роста народонаселения Земли. Если в ближайшее время не произойдет существенных изменений, касающихся самой природы человека, о которых говорят многие футурологи (см., например: Fukuyama 2003), то в дальнейшем нас ожидает стабилизация или даже некоторое замедление скорости исторических изменений.

Инварианты эволюции, которые Цирель ищет среди физических и химических констант, не более чем его выдумка. Это физикализм и движение в никуда. Для читателей, которые по тем или иным причинам пытаются вникнуть в материал этой надуманной и тяжелой для восприяти статьи, ...

Труднее всего отыскать подобные параметры для эволюции Вселенной и других видов физической и химической (геохимической, геологической и др.) эволюции. Условно будем считать, что на это место претендуют скорость света, являющаяся мировой константой, и не меняющиеся с течением времени скорости химических реакций (при заданных термодинамических параметрах).

Таким образом, для многих типов эволюции, если не для подавляющего большинства, существуют некоторые процессы изменений, лежащие в основе эволюционных процессов и в отличие от них характеризующиеся постоянной или медленно меняющейся скоростью. Вариации скорости эволюции могут пониматься как вариации степени реализации скоростей этих процессов, вызванные либо внешними факторами, либо самим течением процесса реализации. При этом скорость глубинных процессов (от скорости света до скорости смены поколений) обычно выступает как ограничение, как максимально достижимая скорость эволюции[3].

Цирель не понимает что такое угиверсальная эволюция и не отличает ее от развития.

Однако вернемся к проблеме выбора обобщенных характеристик эволюции. Несмотря на все описанные выше проблемы, некоторые обобщенные характеристики, по которым можно оценивать скорость эволюции, на наш взгляд, все же существуют. По нашему мнению, можно назвать даже две группы таких характеристик – характеристики узнаваемости и обобщенности, физические и статистические характеристики.

[3] В этой фразе не принимаются во внимание процессы разрушения систем, не требующие поступления энергии, вещества, информации и т. д. извне, скорость которых ограничена существенно в меньшей мере.

Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

К этому списку очень хочется добавить некоторые характеристики развития, однако существование универсальных (или по крайней мере имеющих широкий спектр применимости) характеристик развития весьма проблематично по многим причинам. Точнее, для социальной эволюции, несмотря на все споры и обвинения современной цивилизации в деградации и утрате «цветущей сложности» и красоты обществ прошлого, некоторые параметры, играющие роль характеристик развития, возможны – от (предельной) численности населения до среднего ВВП на душу населения. При этом (что очень важно для использования введенных мер на больших отрезках времени) имеются существенные корреляции между характеристиками сложности (развития) общества и некоторыми усредненными характеристиками его членов. Например, вполне очевидно, что уровень ВВП на душу населения и процент грамотных (а также доля людей с высшим образованием, количество лет обучения и т. д.) сильно связаны между собой[4]. Эта констатация – не свидетельство веры автора в отсутствие утрат на путях трансформации человеческого общества и т. д., а лишь утверждение о наличии методов измерения социальной эволюции. Для биологической эволюции подобная связь достаточно проблематична, например, сообщества тундры весьма бедны по понятным причинам, но это не делает их членов, скажем, белых медведей или карельские березы, менее развитыми, чем их родственники, существующие в более благоприятных условиях[5].

Поэтому оставим обсуждения мер развития (прогресса) на будущее, а сейчас рассмотрим две более универсальные группы характеристик. Первая группа – это характеристики узнаваемости, наиболее точно описывающие именно субъективные представления людей об эволюции. Проще всего проиллюстрировать их суть можно на примере эволюции языков. В случае описания эволюции языков можно даже составить почти числовую шкалу, показывающую уровень различий. Допустим, что некая машина времени перенесла человека из прошлого той же страны в будущее (для определенности – в текущий момент времени), тогда уровень эволюции языка можно измерять, к примеру, следующими градациями:

– отсутствие ощущения различия языков;
– ощущение различия, практически не мешающее взаимному пониманию;
– различия, допускающие понимание, но с явными затруднениями и неточностями;
– различия, позволяющие понять только общий смысл речи.

Как мы видим, временны́е, (эволюционные) различия в данном случае, как и в обычной глоттохронологии, рассматриваются в одном ряду с горизонтальными различиями между таксономически близкими языками, и возможны оценки временных различий в терминах таксономических единиц (диалекты, языки, группы и др.).

Подобный подход при известном воображении может быть перенесен на историю вообще (классический пример – *Янки при дворе короля Артура* и множество других известных произведений с таким же [или обратным] сюжетным ходом). Разумеется, для общего описания исторических изменений в отличие от отдельных сторон человеческой истории, даже таких обширных и важных, как изменения языков, полуколичественные оценки вряд ли возможны. Зато данный подход нагляднее других указывает, в каких областях шли основные перемены. Например, с довоенных лет изменения институтов в западных странах носят в основном количественный, а не качественный характер, и человек с высшим образованием, но без знания истории последних 80 лет, вполне сможет

Вода

[4] Этот вопрос подробно обсуждается в монографиях А. В. Коротаева и его коллег (Коротаев, Комарова, Халтурина 2007; Коротаев, Малков, Халтурина 2007).

[5] В то же время традиционные человеческие сообщества полярных областей и других зон с крайне суровыми условиями весьма уступают по уровню развития создавшимся в те же времена сложным обществам.

Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

понять современные институты. Они могут его удивить (не буду обсуждать, чем именно, чтобы не превращать статью в роман или политический трактат), но, как мне представляется, сомнений в его способности понять не возникает. Гораздо сложнее ему будет разобраться с современной техникой, даже совсем общедоступной – от банкомата до сотового телефона, не говоря о чуть менее доступных компьютерах и Интернете[6]. Перемены, вызванные поздними этапами промышленной революции и даже распространением электричества, как нам представляется, уступают именно институциональным переменам – распаду сословной системы, монархии и всеобщей религиозности. Хотя, конечно, гипотетичность этих рассуждений, субъективность оценок затрудняют применение характеристик узнаваемости к оценке скорости исторической эволюции.

Еще труднее их применение для оценки биологической эволюции. Ибо как бы ни были велики наши пробелы в реконструкции истории, как плохо бы мы ни представляли гипотетическую реакцию человека одной эпохи на события другой, более поздней, все они малы перед недостатком знаний об экологических системах гораздо более далекого прошлого, реконструируемых в результате палеонтологических исследований. Кроме того, в отличие от человеческого общества, которое так или иначе на бытовом уровне анализирует каждый человек, экологические системы не только прошлого, но даже настоящего являются предметом сугубо специального изучения. При этом дилетантские суждения о них несопоставимы ни по частоте, ни по важности с такими явлениями, как общественное мнение или умение обращаться с бытовой техникой (предметами быта) своего времени.

Вторую группу составляют обобщенные физические или статистические характеристики. Для биологической эволюции примером такого параметра может выступать суммарная биомасса (или биомасса какого-то одного типа, царства, суши/воды). Другие подобные параметры характеризуют количество видов, родов (альфа-разнообразие), семейств и т. д. или разнообразие экосистем. Аналогично для языков подобными характеристиками, хотя и менее четкими, могут выступать количества таксономических единиц (от макросемей до пучков диалектов).

В целом подобные параметры по аналогии с классификацией параметров вероятностных распределений можно разделить на параметры положения (сюда войдут, по-видимому, и относительные величины типа ВВП на душу населения, и абсолютные типа суммарной биомассы и суммарного ВВП мира) и параметры масштаба, характеризующие разброс значений – от обычной дисперсии до более сложных характеристик типа значения степени у распределения Парето. Важность этого распределения определяется большим количеством явлений, как природных, так и социальных, для описания которых успешно используется этот процесс (закон Ципфа в лингвистике, распределение городов по численности населения, фирм по размеру активов и т. д.). Параметры подобных распределений, выраженные в разной форме, например «закон о том, что к 20 % записей в базе данных (слов, городов, фамилий и др.) происходит 80 % обращений», принято считать константами, поэтому их изменения с большим основанием могут пониматься как проявления эволюции. А отсутствие изменений позволяет зачислить их в категорию скрытых неизменных параметров или по крайней мере разместить где-то поблизости от нее.

Вода

[6] На наших глазах происходят существенные изменения способа подачи массовой информации – от текстового и логического к визуальному и интуитивному. Эта трансформация, волнующая дизайнеров, программистов и многих культурологов, пока находится на периферии общественных обсуждений (кроме филиппик по адресу телевидения и компьютерных игр), хотя ее роль, например в снижении массовости чтения книг или изменении отношения школьников к изучаемым предметам, практически не вызывает сомнений.

Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

Выделение группы подобных переменных, естественно, не решает проблемы, что именно надо измерить, чтобы оценить скорость эволюции. С одной стороны, мы не указываем одной-единственной характеристики, а перечисляем в достаточно неопределенной форме их группы. С другой стороны, никто никогда не сможет утверждать, что наше восприятие эволюции тождественно или по меньшей мере сходно с истинным ходом изменений. И что вообще следует считать истинным ходом изменений? Даже не поднимаясь до рассмотрения онтологических проблем, нельзя не признать, что в наше интуитивное представление об истинном объективном ходе изменений так или иначе входит знание будущего. Например, для гипотетического наблюдателя из космоса в конце мезозойской эры возникновение птиц и млекопитающих было бы мелким эпизодом, а все понятия «социального» в биосфере Земли относились бы в первую очередь к социальным насекомым.

Цирель клонит к тому, что

К счастью для исследователя, среди этих характеристик есть такие, которые в значительной степени одновременно характеризуют как сугубо количественные параметры меняющегося мира, так и глубинные перемены. Для человеческого общества одним из таких параметров выступает количество людей, живущих на Земле, – с одной стороны, это просто биомасса вида *Homo sapiens*, с другой стороны, количество людей N тесно связано с максимальным размером экологической ниши человека, созданным уровнем технологий, достигнутым к данному моменту времени. Если к этому добавить четкость определения N[7], то становится понятно то значение, которое придается историческим оценкам численности населения многими специалистами (см., например: Kremer 1993; Капица 1996; Подлазов 2002*б*; Tsirel 2004*a*; Коротаев, Малков, Халтурина 2007 и т. д.).

Как было показано в работах Х. фон Фёрстера и его коллег (von Foerster *et al.* 1960), М. Кремера, С. П. Капицы, а также других исследователей (см., например: Kremer 1993; Капица 1996; Подлазов 2002*б*; Tsirel 2004*a*; Коротаев, Малков, Халтурина 2007 и т. д.), рост N является гиперэкспоненциальным и неплохо описывается (хотя бы на крупных отдельных участках) гиперболическими уравнениями, сходящимися в сингулярной точке. Это дает возможность на данном примере более внимательно рассмотреть механизмы гиперэкспоненциального роста. Наиболее простой механизм гиперэкспоненциального роста состоит в том, что технологический прогресс ведет к расширению экологической ниши, а рост количества людей ускоряет технологический прогресс. Предполагаемая в работах С. Кузнеца и Дж. Саймона пропорциональность количества изобретений числу людей (в данном случае способность людей к изобретательству выступает в роли скрытой константы эволюции, обсуждавшейся выше) автоматически ведет к простейшему гиперболическому уравнению:

Это не так. Имеется ОДНА гипербола с точностью на показатель в 1% и на дату сингулярности в 5 лет. Цирель так и не понял, что главное свойство гиперболического роста населения Земли - это его глобальность. Не может рост на разных участках описываться разными гиперболами с общей (и тем более с разными) точкой сингулярности.

$$N_t = A/(T_0 - t), \qquad (1)$$

где t – текущее время; T_0 – сингулярная точка, момент, когда население Земли устремляется к бесконечности. Это уравнение было впервые предложено в знаменитой статье под провокационным названием «Конец света: пятница, 13 ноября 2026 г.» (von Foerster *et al.* 1960) и поразило читателей как предполагаемой данным уравнением близостью конца света, так и его давней предопределенностью (судя по работам С. П. Капицы, дата конца света была в той или иной степени предопределена еще задолго до появления вида *Homo sapiens*). Дальнейшие исследования (Kremer 1993; Коротаев 2006; Цирель 2008) показали, что сама пропорциональность выполняется не столь жестко, что показатель степени в знаменателе не обязательно равен единице и не обязательно неизменен

По Капице гиперболический рост начался 4 млн. лет тому назад, род, а не вид Homo Sapiens. появился примерно 2 млн. лет тому назад.

[7] Погрешности дефиниции N, связанные с мертворождением, клинической смертью, количеством неполноценных людей и т. д., существенно меньше неизбежных по социальным причинам погрешностей оценки N даже в начале XXI в.

Динамика изменения численности населения человечества со сколько нибудь приемлемой точностью от четырех миллионов лет до нашей эры и до неолита - неизвестна. И не будет известна никогда, т.к. чем дальше мы уходим в прошлое тем меньше сохранившихся ископаемых останков. Кроме того невозможно перекопать места всех палеолитических стоянок. Да и что считать человечеством? Можно ли причислить к нему например неандертальцев? С.П. Капица ничего здесь не исследовал, а просто экстраполировал гиперболу Форстера на четыре миллиона лет в прошлое.

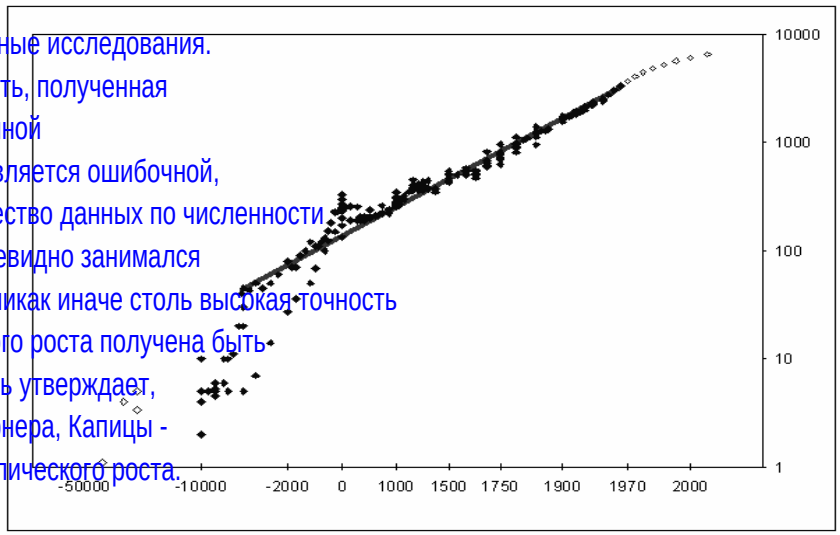
Это ложь. Коротаев и Цирель не повторяли вычислений Форстера и Хорнера. Показатель степени равен единице с точностью до одного процента. Говорить об изменении этого показателя - значит отрицать результаты исследования Форстера, отрицать глобальность гиперболического роста.

Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

Т.е. исследования Форстера должны быть заменены более точными расчетами Цирель и Коротаева. Только где эти расчеты и где эти данные на которых они основаны? Цирель "забыл" дать ссылку на их с Коротаевым революционные исследования. Кроме того, если высокая точность, полученная Форстером на показатель степенной функции и дату сингулярности является ошибочной, то обрабатывая огромное количество данных по численности за последние 20 столетий, он очевидно занимался их сознательной подгонкой, т.к. никак иначе столь высокая точность для показателей гиперболического роста получена быть не может. Следовательно Цирель утверждает, что исследование Форстера, Хорнера, Капицы - суть подгонка под закон гиперболического роста.

в течение всей истории человечества, поэтому предопределенность, заданная уравнением (1), существенно преувеличена. Более того, учитывая падение точности данных и рост отклонений от гиперболы с удалением вглубь истории, уже в палеолитические времена трудно говорить о какой-либо предопределенности (Рис. 3). Но тем не менее оглушающий эффект уравнения (1) до сих пор действует на многих читателей (судя по обсуждениям на форумах Интернета) и вызывает различные толкования.

Рис. 3. Рост населения Земли в спрямляющих координатах гиперболического распределения с заданной сингулярной точкой (Цирель 2008)



По данным А. В. Маркова и А. В. Коротаева (Марков, Коротаев 2007; 2008)[8], гиперэкспоненциальный и даже именно гиперболический рост характерен для биологической эволюции аналогично тому, как гиперэкспоненциальный спад температуры (по современным представлениям) наблюдался в первый миллион лет существования Вселенной.

Рассмотрим простейшие механизмы гиперэкспоненциального роста. Первая модель, на наш взгляд, демонстрирует наиболее органичный способ появления гиперболического роста. В этой модели глубинная скорость эволюции (о которой выше шла речь) будет считаться постоянной, а предметом рассмотрения будут интервалы между точками деления одного класса на подклассы. Предположим, что в биологической (социальной, технологической и т. д.) таксономии расстояния между уровнями представляют собой убывающую геометрическую прогрессию. Тогда при постоянной скорости эволюции длительности формирования новых объектов понижающихся таксономических уровней также должны образовывать геометрическую прогрессию:

Эти два предположения, "взятые из воздуха", конечно же доказывают ускорение эволюции, ее движение к сингулярности. Но на каком основании можно делать такие предположения, никак не отвечающие дарвиновской теории эволюции, движимой случайными мутациями?

$$T_i = t_0 + t_0 k_t + t_0 k_t^2 + \ldots + t_0 k_t^i = t_0 \frac{1 - k_t^{i+1}}{1 - k_t}, \qquad (2)$$

где T_i – время от старта быстрой эволюции; t_0 – время образования набора элементов следующего таксономического уровня; $k_t < 1$ – коэффициент снижения скорости образования каждого следующего таксономического уровня (за счет уменьшения количества различий). Если считать, что количество таксонов на каждом следующем

[8] См. также: Гринин, Марков, Коротаев 2008: 172–199.

Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

уровне одинаково (альфа-разнообразие k_α = const), то их общее количество N_i также образует геометрическую прогрессию:

$$N_i = N_0 + N_0 k_\alpha + N_0 k_\alpha^2 + \ldots + N_0 k_\alpha^i = N_0 \frac{k_\alpha^{i+1} - 1}{k_\alpha - 1}. \quad (3)$$

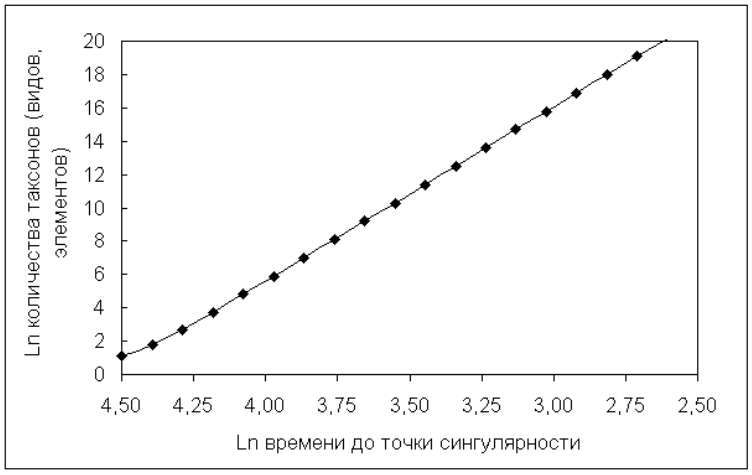
Очевидно, что этот процесс (пока не будем говорить об ограничениях) должен привести к сингулярной точке, где количество объектов предельно низкого таксономического уровня устремится к бесконечности.

Это полная чушь! Но характерно что Цирель не забывает отметить добрым словом ни одного члена корпорации Коротаева. В этом списке присутствует даже полный банкрот Панов с его бредовым кризисом планетарного цикла. И конечно же Цирель грудью встает на защиту изобретательской теории Коротаева, хотя она находится в антагонистическом противоречии с его собственной. Вот такой С.В. Цирель "исследователь"!

Как нам представляется, лестница А. Д. Панова (Панов 2005) и другие аналогичные конструкты реально представляют собой объекты именно этого типа – каждая следующая развилка означает новый выбор дороги рангом на единицу ниже при продолжении движения от предыдущей развилки. Если в таксоне старшего ранга в течение всего времени развития приблизительно сохраняется количество объектов следующего таксономического ранга, то рост количества объектов должен происходить по гиперболическому закону (см. условный пример на Рис. 4).

Постулируется то что нужно как-то объяснять!

Рис. 4. Условный пример гиперболического роста количества таксономических единиц



Отметим, что по результатам численного моделирования даже большие вариации обсуждаемых величин сохраняют близость закона роста к гиперболе. Суть процесса заключается в том, что количество таксонов самого низшего ранга (или суммы таксонов всех рангов) растет экспоненциально в историческом времени τ, а само τ как сумма убывающей геометрической прогрессии движется к сингулярной точке в ньютонианском времени t.

Однако вариант с сохранением и даже ростом альфа-разнообразия (Марков 2003), по-видимому, специфичен для биологической эволюции, где, по мнению многих биологов, таксономический ранг – это лишь реконструкция, важная для исследователя, а фактически важнее всего роли («профессии») в экологической системе. Если существует достаточное количество экологических ниш, то количество элементов одного таксономического ранга имеет слабые ограничения.

Все это не имеет отношения к универсальной эволюции

В то же время для социальной и технической эволюции более характерна ситуация, при которой элементы одного таксономического ранга пытаются занять одну нишу

Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

и сохраняют отношения конкуренции между собой (см., например: Гринин, Марков, Коротаев 2008). В этом случае их количество существенно ограничено. Для оценки характера его изменений можно использовать закон Седова (Седов 1988; 1993), который уточняет известный кибернетический закон Эшби о необходимом разнообразии. Идеи Е. А. Седова активно развивает А. П. Назаретян, поэтому мы воспользуемся формулировкой закона Седова, приведенной в книге А. П. Назаретяна (2004: 225): «*В сложной иерархической системе рост разнообразия на верхнем уровне обеспечивается ограничением разнообразия на предыдущих уровнях и, наоборот, рост разнообразия на нижнем уровне [иерархии] разрушает верхний уровень организации*». Таким образом, условием усложнения таксономий нижних уровней является отмирание или, чаще, маргинализация менее удачных таксонов высших рангов. Впрочем, данный закон не отменяет возможности возвращения к эволюции на более высоких уровнях иерархии, но указывает, что такие явления имеют катастрофический характер (Назаретян 2004; Цирель 2005).

есть серьёзные основания полагать, что Закон Седова не распространяется в полном объёме на сверхбольшие системы.

?????Закон Седова это не закон, а всего лишь правило, которое выполняется далеко не всегда. На вопрос о том, почему это правило вообще может быть применимо, ответа - нет.

Впрочем, действие этого закона не ограничивается социальной и технической эволюцией, характер образования важнейших биологических классов (птиц, млекопитающих и т. д.) по современным представлениям (см., например: Татаринов 1987) был близок к тому же правилу: вначале существовали различные варианты существ, близких по месту в экологической нише и даже по приспособлениям, чтобы ее занять, но потом оставался либо один главный вариант, либо главный вариант и небольшое количество маргинальных, нашедших себе укромные ниши в отдаленных областях суши. Подобный тип развития хорошо иллюстрируют и примеры развития техники. Например, из множества летательных аппаратов, придуманных на заре воздухоплавания, остались лишь самолеты и вертолеты, чьи области применения («экологические ниши») почти полностью разделились, а третий распространенный класс, дирижабли, полностью «вымер». Дополняют эту схему аэростаты, планеры, ракеты и т. д., имеющие существенно более узкие области применения.

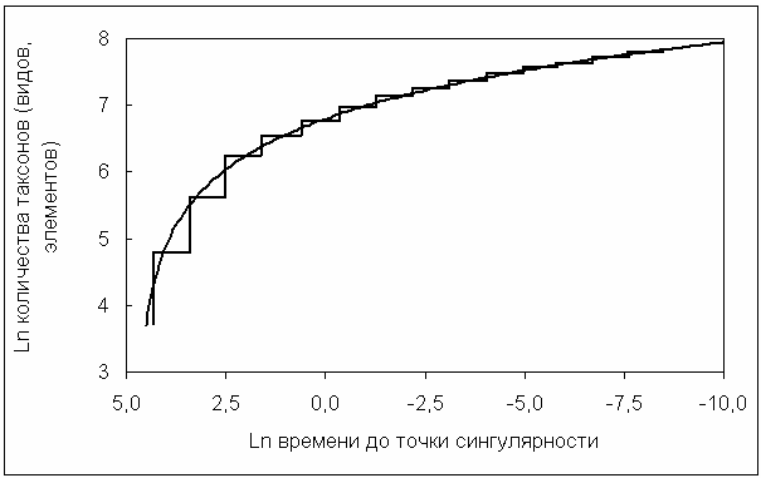
Впрочем, не менее успешно подобный тип эволюции можно иллюстрировать примерами из социальной истории. Л. Е. Гринин (2007) показывает, что во времена формирования ранних государств последние существенно различались между собой, а кроме них существовали не уступающие им по уровню организации – аналоги ранних государств, но, как продемонстрировала история, менее гибкие и менее способные к дальнейшей эволюции. К настоящему времени аналоги государств исчезли (последними «умерли» кочевые империи), а реальные государства отличаются меньшим разнообразием по основным функциям, чем их прототипы, точнее, их различия принадлежат к совсем другим уровням, чем 3–5 тыс. лет назад. Другим не менее ярким примером является организация экономических систем. Если «первоэкономики» отличались большим разнообразием, то затем, по распространенной классификации К. Поланьи (Polanyi 1977), осталось лишь три типа – реципрокная (к ней приближается и эксполярная экономика Т. Шанина [1999]), редистрибутивная и рыночная системы товарообмена, причем первый тип сохранился в основном как маргинальный.

Если применить к этому типу эволюции таксонов ту же схему (только теперь рост согласно закону Седова будем описывать арифметической прогрессией), то нарастание количества видов (стандартов, институтов и т. д.) уже не будет подчиняться гиперболическому закону. Условный пример приведен на Рис. 5. Как нам представляется, любопытно его сравнить с Рис. 3, демонстрирующим рост численности человечества. Небольшие изменения модели позволяют добиться еще большего сходства, однако и наблюдаемая близость Рис. 3 и 5 представляется нам достаточно впечатляющей.

Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

Важно отметить, что скорость роста населения Земли, по-видимому, определяется одновременно как закономерностями роста экологической ниши за счет новых изобретений, так и закономерностями развития самой техники. При этом оба процесса имеют близкие закономерности и даже параметры роста, и на первый план выходит та закономерность, которая в большей степени лимитирует численность человечества[9]. Например, в XX в. квазигиперболический рост опирался в большей степени на самостоятельный процесс развития техники, ибо с резким нарастанием количества ученых и инженеров в развитых странах неучастие остального населения Земли в техническом прогрессе перестало лимитировать его темпы. Население развивающихся стран в основном лишь реализовывало своим быстрым ростом технические достижения, полученные в центре Мир-системы (см. ниже).

Рис. 5. Условный пример роста количества таксонов при выполнении закона Седова



И тем не менее обсуждаемое сходство отнюдь не доказывает адекватность представленной модели процессу роста численности человечества. И дело не в том, что нам весьма неприятно представлять изобретения наших дней – от дизеля и радио до космических ракет и Интернета – как нечто ничтожно мелкое по отношению к земледелию, одомашниванию скота или первым металлическим изделиям. Дело прежде всего в том, что модель, представленная на Рис. 5, чрезмерно грубо характеризует процесс эволюции как монотонный. Кроме неуклонного движения по одной протоптанной дороге, с отбрасыванием на каждой развилке альтернативных путей, в реальной эволюции происходят кризисы, возвращающие выбор к более далеким и забытым развилкам. По-видимому, кризисы могут иметь две формы.

1. На определенном этапе оказывается, что существующий набор форм не обеспечивает необходимого разнообразия на верхнем (верхних) уровне иерархии. Выходом может быть рост разнообразия на нижних уровнях, один из возможных вариантов (хотя и не самый распространенный) заключается в реанимации отброшенных маргинализированных стандартов. Другой, наименее революционный выход заключается в трансформации основного варианта. Так как в данном отрезке статьи речь идет о социальной эволюции и изобретательстве, то в качестве примера будем ис-

[9] Расчеты, позволившие сделать этот вывод, основаны на данных таблицы 1 в статье (Коротаев 2006: 147–148).

Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

пользовать введение новых структур в существующие языки программирования (например, трансформация языка C в C++).

2. Вторая, более катастрофическая форма кризиса заключается в потере эффективности всех уровней, надстроенных над утвердившимися формами. Как и при первой форме (при невозможности трансформации существующих вариантов), выходом является перенос разнообразия на нижний уровень. Однако здесь уже речь идет не о дополнении разнообразия, а о перестройке всей системы. Вполне очевидно, что существуют мощные препятствия к перестройке системы, связанные как с обычаями и привычками людей, так и с высокими затратами. Закон Седова уточняет, что сила сопротивления увеличивается при исчезновении разнообразия на нижнем уровне и достижении большого разнообразия на верхних уровнях, и наоборот – снижается, когда на нижнем уровне еще сохранились альтернативные стандарты, а разнообразие на верхних уровнях не получило большого развития.

Весьма интересен вопрос, на каком уровне иерархии, ближнем или дальнем, будет происходить рост разнообразия и где будет найден выход из создавшейся коллизии. Наиболее очевидный ответ мог бы констатировать, что оптимальный вариант выхода должен находиться на том уровне, где была сделана ошибка выбора (или какой-то из ранее сделанных «правильных» выборов оказался ошибочным в изменившейся ситуации). Однако в большей части случаев это не может быть достоверно известно, а единственность эффективного выхода (речь идет именно об эффективном, а не об оптимальном) является скорее исключением, чем правилом. Поэтому на выбор уровня, на наш взгляд, прежде всего влияют два обстоятельства. Во-первых, как в силу консерватизма, свойственного людям, так и исходя из минимизации затрат преимущества получает уровень, наиболее близкий к самому верхнему. Во-вторых, естественно, наибольшие шансы имеют те решения, которые наиболее готовы к использованию в критический момент. Если кризис глубок, то второе правило оказывается сильнее первого, и возможен спуск сразу на много уровней. Конечный результат зависит от всех факторов и ряда привходящих обстоятельств (как известно, в критические моменты роль случайности особенно велика) и может принципиально различаться в разных ситуациях.

Подобные провалы превращают гиперэкспоненциальный рост в ломаную линию в спрямляющих координатах (Рис. 5), а оскорбительный для современности тезис о ничтожности изобретений последнего времени смягчается, если не исчезает вовсе. Бронзовый век лишь отчасти продолжает каменный, в большей мере бронза не продолжает, а заменяет кость или камень, автомобиль не является прямым наследником телеги или кареты и т.д.

Сингулярность гиперболического роста населения

Говоря о кризисах роста, мы подошли к важной особенности приближений к точке сингулярности (или более локальному кризису), состоящей в частом наличии колебаний с убывающим периодом и, как правило, убывающей амплитудой, и, наоборот, колебаний с возрастающим периодом при переходе критической точки. Согласно А. Йохансену и Д. Сорнетту (Johansen *et. al* 1996; Сорнетте 2003 и др.), посвятившим немало исследований в области сейсмологии, демографии и экономики изучению этого феномена, колебания имеют логопериодический характер, то есть аргумент гармонической (или иной периодической) функции убывает по логарифмическому закону от расстояния (времени t) до критической точки: $\omega \ln((t_{cr} - t) + \varphi)$, где t_{cr} – критический момент, а параметр ω характеризует скорость сокращения периодов колебаний.

Несмотря на длительный многосторонний анализ процессов возникновения логопериодических колебаний, Д. Сорнетт и его коллеги так и не пришли к окончательному выводу о природе их возникновения. В одной из последних статей, посвященных финансо-

вым кризисам (Yan *et. al* 2011), указывается, что в основе логопериодических колебаний может лежать либо некий ступенчатый иерархический процесс, либо некое нелинейное взаимодействие. При этом каждая версия имеет еще ряд подвариантов, например, ступенчатый процесс может опираться на существующую изначально иерархию (или некоторую дискретность строения изучаемого явления), появляться в ходе развития критического явления, либо достаточно формально вводиться с помощью комплексной фрактальной размерности. Хорошими примерами дискретных самоподобных фракталов являются такие классические структуры, как множество Кантора, ковер и пирамида Серпинского, кривая Коха и т. д. Весьма логичным методом введения логопериодичности является подход А. Подлазова (Подлазов 2009), при котором процесс приближения к критической точке преобразует периодический входной сигнал в логопериодический выходной. Еще более разнообразны сложные нелинейные процессы, приводящие к логопериодическим колебаниям, начиная с каскада бифуркаций удвоения периодов М. Фейгенбаума.

Однако общность и широкое распространение логопериодических колебаний заставляют усомниться в полноте предлагаемых объяснений. Еще большую трудность этой проблеме придает наблюдающаяся одновременно с большой общностью необязательность и нерегулярность этого явления. В примерах, приведенных в книге Сорнетте (2003) о финансовых рынках, логопериодические колебания перед и после рыночных крахов в основном имели регулярную структуру с более или менее постоянным значением ω в диапазоне 0,5–2, но при этом в части случаев колебания более походили на периодические (а не логопериодические) или имели вовсе нерегулярный характер. Еще в части случаев периодограмма Ломба показывала существование дополнительных логопериодических колебаний со скоростями сокращения (роста) периодов, далеко выходящих за указанный выше диапазон.

В связи с этим первый вопрос, который возникает у непредубежденного читателя, звучит примерно так: «Существуют ли вообще логоперидические колебания, или это некий артефакт, получающийся в результате анализа специальной выборки из реализаций иных более общих и не столь красивых эффектов»? На наш взгляд, данный вопрос вполне правомерен, ибо совершенно логично полагать, что при приближении к критической точке (удалении от нее) наблюдается ускорение (замедление) следования событий. Более того, данное утверждение выглядит как общеизвестное и тривиальное. Чуть менее тривиальным, но также вполне понятным является утверждение, что учащаются не только события, усиливающие кризисные явления, но и, наоборот, события противоположного плана. Например, если речь идет о революционной ситуации, то перед революцией учащаются как вспышки акций протеста, так и контрнаступления правительства. В ходе биологической эволюции в кризисные моменты сокращаются не только длительности формирования новых видов, но и длительности их существования или доминирования в своей экологической нише и т. д.

Другим достаточно тривиальным (и близким к первому) процессом является уменьшение сходства фиксируемых явлений с удалением от критической точки (чем дальше от нее, тем менее важен и более инертен изучаемый процесс). Наглядным примером такого «процесса» будет распределение годов издания из длинных библиографических списков. Совершенно необязательно, чтобы периоды колебаний таких процессов (в кавычках и без кавычек) должны убывать именно в геометрической прогрессии и сходиться именно к критической точке (например, к году написания книги или обзора). Для фиксации наличия логопериодических колебаний в общем достаточно близости отдельных кусочков колебательного процесса к логопериодическому, сходящему к преде-

Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

лу, расположенному не слишком далеко от реальной критической точки. Для таких ускоряющихся процессов весьма характерна множественность логопериодичностей с близкими точками сингулярности. Возможность выделения нескольких параллельных логопериодических колебаний объясняется как реальным наличием множества сосуществующих (и в какой-то мере взаимодействующих друг с другом) ускоряющихся процессов (например, протестных акций в разных городах, смен обладателей разных экологических ниш, публикаций по разным аспектам проблемы, которой посвящен обзор или книга и т. д.), так и большой гибкостью описания временного ряда с помощью суммы логопериодических процессов, имеющей десяток и более независимых параметров.

Более общий вариант описания возникновения логопериодичности, на наш взгляд, связан с наличием описанных выше кризисов и пунктуалистической дискретной составляющей эволюции (Pagel *et. al* 2006). Для биологической таксономии основой такого процесса будет понижение уровня различий (и соответственно сокращения длительности их реализации) в ряду точек ветвления за счет растущих численности и дробности экологических ниш. В процессе развития технологий, обеспечивающих рост экологической ниши человечества, основой такого процесса будет сокращение интервалов между принципиальными организационными и техническими новшествами за счет трех процессов – уплотнения интеллектуального общения, возрастания знаний о мире и количества изобретений и в меньшей мере снижения масштаба новшеств, необходимых для равного относительного возрастания ниши. В другой формулировке данный механизм логопериодичности состоит в возрастании чувствительности систем (способности реагировать на все более малые возмущения) и одновременном возрастании скорости реакции (релаксации) после выхода из равновесия.

Достаточно общее формальное описание этого механизма состоит в следующем. При логопериодическом процессе периоды последовательных колебаний T_n линейно убывают по мере приближения к критической точке:

$$T_n = (t_{cr} - t_n)(1 - \lambda)/\lambda, \tag{4}$$

где λ – знаменатель геометрической прогрессии. Соответственно, скорость изменения периодов колебаний – $\Delta T/\Delta t = \text{const}$ или, иными словами, частота пропорциональна $(t_{cr} - t)^{-1}$, а скорость изменения частоты – $\Delta f/\Delta t \sim 1/T^2 \sim f^2$. Скорость изменения частоты, как отмечалось выше, определяется двумя процессами – возрастанием чувствительности системы и возрастанием скорости реакции на выход из равновесия (отклонение от тренда), тогда более общая форма описания скорости изменения частоты $\Delta f/\Delta t \sim f^{\alpha+\beta}$ и, соответственно, $T \sim (t_{cr} - t)$ при $\alpha + \beta = 2$ или $T \sim (t_{cr} - t)^{\alpha+\beta-1}$ в остальных случаях. Для гармонического характера колебаний (что требует особых обоснований) общее уравнение колебательной составляющей примет вид:

$$F(t) = a(t)\cdot\cos(\omega(t_{cr} - t_n)^{\alpha+\beta-2} + \varphi), \tag{5}$$

отличный от логопериодического. Однако если $|\alpha + \beta - 2| < 0{,}25$, то отличие длительности одного колебания от соседнего не превысит 20 %. Если учесть неточность в определении точек смены колебаний t_n и возможное непостоянство α и β, то отличия от логопериодического процесса на отрезке, где более или менее отчетливо можно выделить максимум 3–4 колебания, вряд ли будут заметны.

Хотя обсуждаемый процесс позволил объяснить даже логопериодические колебания, в малой окрестности точки сингулярности возникает проблема адекватности описания самого механизма роста. В биологической эволюции при отсутствии глубоких кризисов предполагаются примерно постоянная скорость мутаций (во всяком случае, для каждого типа) и не испытывающая существенных перемен степень ее использова-

ния. Тогда если появление новых видов (или их размножение) ведет к расширению экологической ниши, то образуется положительная связь, которая и движет описанный механизм медленной эволюции. Но при этом в силу заданных ограничений 9 женщин (имеются в виду $n/9$ поколений, где n – количество поколений, необходимых для образования вида) не могут за месяц родить одного ребенка (вид)[10]. Для человеческого сообщества, где разум и страсти движут эволюцию, это ограничение, пока скорость исторического времени не обгоняет скорость обыденного времени, не действует: 9 изобретателей за год вполне могут изобрести столько же, сколько один изобретатель за 9 лет. Таким образом, в этих пределах таксономическое измельчание новшеств относится лишь к самим новшествам, к явлению *path dependency*, но не к принципиальной способности их придумывать растущим множеством умов. Тем не менее, как нам представляется, зависимость от прошлого, движение по накатанной колее в той или иной мере приближает гиперэкспоненциальный рост самого человечества и продуктов его разума (от самих изобретений до ВВП) к этому механизму. А измельчание по классификации, отсчитываемой по меркам бронзового века, существенно корректируется при переходе к классификациям сегодняшнего дня. В принципе, проблема определения правильного таксономического ранга у новообразованных таксонов существует и в биологической эволюции. Но в социальной (технологической) классификации (где мерки еще более условны, границы менее определенны, а скорость изменений выше) еще сложнее оценить, какое будущее ждет чертеж нового приспособления.

На описанное различие биологической и социальной (в том числе технологической) эволюции можно посмотреть и с других позиций. В биологической эволюции горизонтальный перенос генов ранее вообще не принимался во внимание, а сейчас рассматривается как маргинальный механизм эволюции. Основным немаргинальным механизмом горизонтального влияния считается изменение экологического давления, то есть рост и сжатие экологических ниш для новых таксонов под влиянием жизненных процессов разнотипных соседей. В социальной эволюции, исходя из предположения Дж. Саймона и С. Кузнеца и ставшей почти классической формулой гиперболы $dN/dt \sim N^2$, быстрый горизонтальный перенос технических и даже культурных новшеств предполагается возможным и распространенным по всей ойкумене начиная с V тыс. до н. э., неолитической революции или даже со времени первых гоминид. В более реалистической диффузионистской теории, переживающей ныне второй или даже третий период расцвета (Нефедов 2008), постулируется существование множества центров, из которых новшества кругами расходились по ойкумене. Известные примеры подтверждают реальность подобных явлений, особенно в области вооружений и тактических приемов военного дела, а также для более широкого спектра явлений в Новое время, когда весь Мировой океан и основные сухопутные пути стали доступны европейцам.

Однако в более ранние времена, да и частично в Новое время, на наш взгляд, распространение новшеств чаще носило другой характер. Прежде всего вполне очевидно, что новшества могут быть по-настоящему усвоены лишь при уровне контрастов социального развития, не превышающих определенную величину. Палеолитические племена в силах усвоить нехитрые приемы пользования автоматическим оружием с тяжелыми последствиями для себя самих и для окружающего мира, но не в состоянии использовать и тем более производить компьютеры. С другой стороны, что гораздо менее очевидно, слишком высокий уровень развития тоже часто оказывается помехой к усвоению

[10] Строго статистически подобное рассуждение содержит неточности, однако не принципиальны для демонстрации различия между биологической и социальной эволюцией, о котором идет речь.

Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

чужих новаций. Наличие собственных аналогов чужого изобретения, пусть даже существенно уступающих ему по уровню, но все же сопоставимых с ним, серьезно влияет на процесс освоения иностранной новинки. Иногда в периоды неудач и/или национального самоунижения понимание сути и достоинств чужого помогает быстрее его усвоить, но чаще служит стимулом для развития своего, явно или неявно дополненного элементами чужого. В конечном счете это ведет либо к полному расхождению путей двух решений одной проблемы (можно вспомнить опять упоминавшийся пример самолетов и вертолетов), либо, чаще, к постепенному сокращению объема использования отечественных «мокроступов» и длительному всемирному переходу на космополитические галоши. Для усвоения не технических, а культурных и гуманитарных новшеств важную роль играет еще близость культур, отсутствие которой подчас становится труднопреодолимым препятствием.

Примерами типичных процессов распространения новшеств могут стать и произошедшее на рубеже XIX и XX вв. изобретение радио (см., например, статью «Radio» и связанные с ней статьи в Википедии[11]), и первичная селекция культурных злаков (прежде всего пшеницы) неолитических времен Старого Света (Вавилов 1926). Несмотря на огромные различия эпох, самих продуктов, общественного строя, образования участников, степени связности мира, можно найти немало общего между историями обоих изобретений. И в том и в другом случае (теорию Дж. Максвелла нам, к сожалению, придется исключить из своих рассуждений) создание новой технологии началось с серии независимых или полунезависимых попыток, количество которых по мере их совершенствования постепенно сокращалось, а масштаб каждой из оставшихся увеличивался. На последнем этапе остается два-три существенно различающихся варианта, один из которых впоследствии становится мировым стандартом. Если бы мы взяли более близкие по времени и по сути новшеств эпизоды, то сходств было бы, естественно, еще больше.

Нет, и не может быть никаких доказательств того, что именно новации и основанные на них инновации обеспечили гиперболический рост. Следовательно рассуждения автора не могут считаться научными и претендовать на объяснение этого явления.

В этих рассуждениях, принципиально важных для понимания, как формировалась Мир-Система и общечеловеческая культура, для нас сейчас важнее всего одно обстоятельство. Для того чтобы процесс передачи культурных достижений шел в «стандартном» режиме, необходимо наличие поблизости родственных культур, способных воспринимать достижения культур, находящихся в состоянии упадка. Пока есть кому передавать, развитие идет нормальным темпом, а рост численности человечества более или менее согласуется с правилом Кузнеца – Саймона, несмотря на то, что бóльшая часть изобретений делается в малых сообществах (Шумер, Египет, Финикия, Древняя Греция, …, вплоть до Голландии XVI–XVII вв. и Англии времен промышленной революции), чья численность очень опосредованно связана с численностью всего человечества (ойкумены).

Однако объединение малых сообществ в большие империи в полном соответствии с формулой $dN/dt \sim N^2$ дает резкий толчок техническому и общественному прогрессу (например, успехи ханьского Китая, эллинистических государств, Римской республики и ранней империи). По многим параметрам, например по доле городского населения и размеру самого большого города (Коротаев 2006) или по эффективности сельского хозяйства (Кузищин 1990), происходит значительный рывок. Но когда наступает неизбежный упадок (см. ниже), то автоматический в менее раздробленном мире процесс передачи эстафетной палочки социальной и технической эволюции превращается в сложный вопрос. Если все страны, претендующие на эту роль, вошли в империю и на них сказались процессы ее упадка, то поиск следующих «бегунов» и их качество являют собой

Сумма квадратов не равна квадрату суммы. Цирель так и не понял глобальности гиперболического роста населения мира.

[11] URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Radio

Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

Нет доказательства, что связь скорости технологического прогресса с численностью населения Земли - связь причинная, а не сопутствующая.

большую проблему. Если же все основные империи (что, по-видимому, связано также с неудачным стечением обстоятельств или внешними факторами) одновременно приходят к кризису, то существенно нарушается естественный процесс передачи достижений цивилизаций от областей, переживающих кризисы, к соседним, находящимся на более благоприятных стадиях циклов. А вслед за ним нарушаются процесс дальнего обмена информацией (сеть информации в классификации миросистемных сетей К. Чейз-Данна и Т. Холла [Chase-Dann, Hall 1997]) и связь скорости технологического прогресса с общей численностью населения Земли. Таким образом, само укрупнение государств в соединении с факторами синхронизации (в первую очередь климатическими, но не только) ведет к ступенчатой форме кривых, описывающих историческую эволюцию, – возникает резкий скачок, за которым следуют этапы спада и стагнации.

Разумеется, описанный механизм не является единственной причиной стагнации первого тысячелетия нашей эры и других менее известных подобных этапов в истории человечества, но, на наш взгляд, играет весьма существенную роль. В данной статье весьма важно отметить, что описанные особенности социальной эволюции имеют прямые аналоги в биологической. Не проводя никаких аналогий, просто процитируем отрывок из статьи Н. Н. Каландадзе и А. С. Раутиана[12] «Симптоматика экологических кризисов» (Каландадзе, Раутиан 1993: 4–5):

«1. Экологическому кризису предшествуют подготовительная фаза по А. П. Расницыну (1988; 1989):

1.1. Возрастание темпа таксонообразования.

1.2. Повышение темпа вымирания (прежде всего эврибионтных и менее специализированных ценофилов) при опережающем темпе таксонообразования. В результате рост числа накопленных таксонов сохраняется.

1.3. Появление по границам адаптивных зон интерзональных экологических лакун, значительная часть которых либо продолжительное время остается незакрытой, либо используется родоначальниками будущих активных разрушителей прежней структуры сообществ.

1.4. Понижение устойчивости (повышение уязвимости) сформированных сообществ к эндогенным возмущениям и экзогенным воздействиям.

1.5. Относительный континуум биоты всех стран, подверженных кризису. Глобальному кризису предшествует историко-биогеографическая “пангея”.

1.6. Крупному экологическому кризису предшествует кризис меньшего масштаба».

В дополнение к сказанному отметим, что сходные взгляды на начальные фазы критического периода в биологической эволюции высказывали и другие эволюционисты и палеонтологи, а сопоставлением с временами упадка Римской империи, равно как и попытками обнаружить перечисленные процессы в нынешнюю эпоху глобализующегося мира, предоставим читателю заняться самостоятельно.

В последней части нашей статьи мы плавно перешли от ускоряющейся (замедляющейся) эволюции к пульсирующей, к чередованию периодов стабильности и кризисов. И в палеонтологии, и в истории идет непрекращающийся спор о соотношении вкладов эндогенных и экзогенных факторов в развязывание кризисов.

Прежде всего надо отметить, что зачастую основным предметом подобных споров являются не механизмы, а границы рассматриваемой системы. В зависимости от того, как провести границу системы, экзогенный фактор может превратиться в эндогенный и наоборот. Особенно это важно для эволюции планеты Земля, рассматриваемой в биологических и геологических трудах преимущественно как самостоятельный мир и как часть

[12] Отрывок статьи цитируется практически точно, опущены лишь отсылки к последующим частям статьи, описывающим следующие стадии кризиса и конкретизирующим цитируемый отрывок.

Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

В соответствии с концепцией Геи Лавлока все оболочки Земли в том числе геосфера и биосфера составляют единую эволюционирующую систему. Ноосфера - последняя надстройка в этой системе.

Солнечной системы (в свою очередь принадлежащей Галактике) – в астрономических. Еще более запутывает ситуацию с Землей роль биоты, существенно изменившей атмосферу Земли и верхний слой земной коры. До конца не ясно, считать ли живую биоту частью планеты. А включение биоты в состав геологических факторов непременно ставит следующий вопрос о статусе антропогенных факторов, которые в голоцене, и особенно в течение последних десятилетий, оказывают все большее влияние на геологические процессы. Как неоднократно отмечали многие исследователи, начиная с В. Вернадского (2002), именно человеческая деятельность сейчас является самым активным фактором эволюции планеты. В эволюции Вселенной, согласно самому определению объекта, могут существовать только эндогенные факторы, а экзогенные либо вовсе не существуют, либо не могут тривиальным образом влиять на происходящие в нашем мире процессы.

Однако в биологических и особенно социальных исследованиях граница между изучаемой системой и ее окружением, как правило, проведена достаточно отчетливо, и спор носит не терминологический, а принципиальный характер. Ныне и в исторических, и в биологических исследованиях явно преобладает представление о ведущей роли эндогенных факторов, в меньшей степени – экзогенных толчков, запускающих (назревшие) эндогенные процессы. Для анализа эндогенных факторов в генезисе кризисов мы будем использовать классификацию В. Ф. Писаренко, М. В. Родкина и И. В. Кузнецова (Кузнецов и др. 1998), первоначально предназначенную для анализа современных катастрофических процессов неживой природы (см. Табл. 1):

Таблица 1. Типы катастроф (Кузнецов и др. 1998)

№	Тип катастроф	Виды катастроф	Степень предсказуемости	Устойчивая характеристика ущерба	Типичное отношение амплитуды катастрофы к амплитуде фона	Наиболее эффективные мероприятия по уменьшению ущерба
1	Катастрофы тренда	Неблагоприятные изменения климата, вековые изменения уровня моря, абразия берегов	Большая	Среднегодовой ущерб для данного объекта или региона, его стандартное отклонение	1	Превентивные мероприятия
2	Катастрофы экстремума	Засухи, заморозки, наводнения	Слабая	Среднегодовой ущерб для данного объекта или региона, его стандартное отклонение	1,5–5,0	Комбинация превентивных мероприятий и мер по ликвидации последствий катастроф, страхование
3	Катастрофы срыва	Наводнения, тропические штормы, землетрясения, извержения вулканов, штормы, торнадо, оползни, цунами, пожары, снежные лавины, сели	Слабая	Медиана распределения годовых значений ущерба. Медиана максимального ущерба за N лет	$10–10^5$	Страхование, меры по ликвидации последствий катастроф, превентивные меры (при более слабых катастрофах)

Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

Расширяя область применения классификации на социальные и биологические кризисы, мы приходим к выводу, что, согласно клиодинамическим представлениям, опирающимся на теории демографических и структурно-демографических циклов (Нефедов 2007; 2008), основным типом кризисов в социальной истории являются «катастрофы тренда». То есть из-за мальтузианского несоответствия скорости населения скорости производства продовольствия кризис неизбежен и может быть предсказан с точностью до случайных и внешних факторов. Поправка Дж. Голдстоуна (Goldstone 1991), указывающая на высокую вероятность катастрофы в форме внутриэлитарного конфликта и распада государства из-за более быстрого роста численности элиты в ситуации падения собираемых налогов, не меняет тип кризиса.

Где доказательство, что можно расширять? Самое же главное это то, что Цирель не понимает, что для универсальной эволюции, которую он взялся описывать, кризисы и катастрофы, это один из способов достижения прогресса в поступательном ее восхождении от вируса до человека.

Все это не имеет никакого отношения к главному закону роста - закону роста численности населения Земли, где законы Мальтуса не применимы С.П. Капица убедительно показал, что рост численности человечества никогда не зависел ни от каких ресурсов (принцип демографического императива). Гиперболический рост и есть по сути выражение этой эквифинальности, ресурсонезависимости.

Не меняет его и многовариантный механизм кризиса аграрных империй, предложенный ранее автором в одной из его предшествующих работ (Tsirel 2004*b*). По нашему мнению, основная причина длительных (вековых) циклов состоит в сочетании жесткости правления и идеологии, позволяющих подавлять возникающие недовольства, с отсутствием действенных обратных связей, ведущим к деградации в меняющемся мире. С периодичностью примерно от века до трех-четырех веков способность власти справляться с трудностями оказывается меньше необходимой величины, и государства обрушиваются. При этом конкретные причины, вызывающие обрушение аграрных империй, весьма разнообразны – от перенаселения в центральных областях до коррупции и деградации правящих структур. Верхняя граница продолжительности политического цикла определяется длительностью демографического цикла, перенаселением всей страны, но, как правило, обрушение происходит раньше, деформируя демографический цикл. Длительность и интенсивность внутренних войн, следующих за обрушением, в первую очередь определяется количеством и «качеством» накопившегося «горючего материала» – уроженцев данной страны, утративших землю, а вместе с ней часто и кров, средства к существованию и место в обществе.

Однако наличие и большая длительность «интерциклов», сложное протекание многих циклов указывают, что вполне возможны и катастрофы второго типа, вызванные экстремумом факторов, влияющих на кризис, причем как экзогенных, так и эндогенных. К их числу можно отнести и серии неурожаев, следующих друг за другом (климатические причины), особо неудачные правления, войны с более сильными странами и стихийные бедствия, перечисленные в третьем столбце таблицы.

Причины неоднократных синхронизаций кризисов в разных частях Старого Света (подробнее см.: Turchin, Hall 2003) вполне могут не совпадать на разных этапах истории. Однако все же в большей части истории, включая Великое переселение народов, основной причиной синхронизации процессов были, как нам представляется, климатические процессы. Ухудшения климатических условий вызывали синхронизацию демографических (эколого-демографических) циклов в разных странах, активизацию военных походов кочевников, более подвижных и более зависимых от погодных флуктуаций, чем земледельческие государства, усиление напора варваров на земледельческие страны. Положительные обратные связи («успех ведет к успеху, а беда – к новой беде»[13]) способствовали превращению климатических толчков в мировые волны. Эти явления, на наш взгляд, указывают на происходящую недооценку экзогенных факторов. Разумеется, при обсуждении роли экзогенных факторов необходимы оговорки, что, во-первых, они, как правило, вызывают кризисы не непосредственно, а запуская внутренние механизмы распада, и, во-вторых, их роль тем выше, чем неустойчивее система

Белый шум

[13] Здесь уместно сослаться на Р. Коллинза (Collins 1978), который вслед за Максом Вебером придавал особое значение военным успехам как фактору легитимации власти.

Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

и чем больше вероятность эндогенных катастроф. Но все же, даже принимая во внимание все эти оговорки, представляется необходимым отметить, что история без внешних, в том числе «социоприродных», факторов (Кульпин 2006) неполна и чрезмерно схематизирована.

Более короткие циклы, в первую очередь классические экономические (8–12 лет), кондратьевские (50–55 лет) и более длинные – существование стран, народов, империй, цивилизаций (традиционная длина составляет 1000 лет, реже – 1200–1500 лет), также обычно рассматриваются как квазипериодические процессы, хотя и состоящие порой из одного-единственного периода. Поэтому, по сути, присущие этим процессам кризисные явления, от экономической рецессии до гибели тысячелетней империи, также трактуются как катастрофы тренда.

Циклическое движение не может состоять из одного периода по определению

Весьма любопытен вопрос: возможны ли в социальной эволюции катастрофы срыва? Данный вопрос рассматривается в более поздних работах авторов приведенной выше классификации (Любушин и др. 2002; Кузнецов и др. 2007) и других специалистов по обратному степенному, иначе говоря, фрактальному (Парето, Ципфа и др.), распределению (Lichtman, Keilis-Borok 1981; Малинецкий, Потапов 2002; Подлазов 2002*a*). Эти и другие исследования показывают, что очень многие частные социальные явления – от экономической рецессии до всплесков преступности – допускают подобные толкования, причем способствующие поиску прогностических признаков. Однако более или менее обоснованные утверждения о сущностных явлениях социальной эволюции как о катастрофах срыва автору неизвестны.

Предположительно кризисами срыва могли бы оказаться глобальные переходы человечества от одной ступени развития к другой, типа неолитической революции или начала Нового времени (а также образование первых государств, Осевое время, кризис конца Древности или широко дискутируемый переход к постиндустриальному обществу). Характерными чертами катастрофы срыва являются ее плохая предсказуемость, сочетающаяся с предшествующим (но не замечаемым современниками) ростом сходства процессов на большой территории[14], значительная синхронизация разрушительных явлений во время кризиса, заметное изменение характеристик и режимов функционирования системы в посткризисное время, сочетающееся с распадом общности, наблюдаемым в период самого кризиса, и отчасти перед ним.

Предыдущий абзац может навести на мысль, что катастрофы срыва характерны для социальной эволюции, и вопрос доказательства их существования или, точнее, перетолковывания сведений об известных кризисных моментах в истории в модной ныне форме является лишь делом времени. Однако на самом деле проблема гораздо сложнее, катастрофы срыва (классический пример – землетрясения) указывают на случайный и плохо предсказуемый характер течения процесса. Естественно, такое описание истории входит в противоречие с представлениями о более или менее направленном характере эволюции и сужении пространства альтернатив по мере закрепления сделанных ранее выборов (в соответствии с законом Седова). Весьма вероятно, что катастрофами срыва могут быть лишь отходы назад по лестнице выборов развилок дорог, о которых шла речь выше (при кризисе в форме потери эффективности всех уровней, надстроенных над утвердившимися формами). Тогда наиболее вероятный претендент на проявление катастрофы срыва – это кризис конца Древнего мира.

Шум

[14] Подобное явление упоминалось выше при цитировании описания экологического кризиса.

Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

Хотя проблемы причин и механизмов протекания быстрых перемен в истории биологической эволюции изучались более прицельно, чем в социальной истории, мнения исследователей о механизмах их возникновения еще разнообразнее, чем среди историков человечества. В настоящее время также отмечается тенденция выделения роли эндогенных факторов[15], но экзогенные факторы никак не сбрасываются со счетов, в первую очередь как механизмы запуска перемен[16].

Достаточно очевидно, что кризисы в истории биоты невозможно описать как катастрофы тренда аналогично демографическому и структурно-демографическому кризисам в клиодинамике. Классические популяционные уравнения, в первую очередь такие, как уравнения Ферхюльста или система уравнений Лотки – Вольтерра, описывают процессы на отрезках времени, весьма малых по сравнению с длительностью образования единичных новых видов и тем более с интервалами между серьезными кризисами. Фактически речь идет о текущих колебаниях численности популяций в периоды стазиса, а не о переходе от стазиса к кризису. Социальная эволюция, во всяком случае, начиная с неолитической революции (а на самом деле и ранее), происходила в течение жизни единиц, десятков и сотен поколений в отличие от биологической, где счет идет на тысячи и миллионы. Поэтому модели эндогенной генерации биологических кризисов намного сложнее и, как правило, включают существенный элемент стохастических факторов и, соответственно, скорее описывают катастрофы экстремума, чем тренда.

Это предельно идеализированные упрощенные модели роста не имеют никакого отношения к эволюции. Цирель ошибочно полагает, что эволюцию можно описывать на языке аппарата дифференциальных уравнений.

Безусловно, биологические кризисы, имевшие как эндогенные, так и экзогенные механизмы запуска, обладают некоторыми чертами катастроф срыва, о чем уже шла речь в цитате из статьи Н. Н. Каландадзе и А. С. Раутиана. Рост специализации, не прерываемый, а лишь приостанавливаемый кризисами меньшего порядка, ведет к накоплению «горючего материала», вымирающего в ситуации глобального кризиса. Разумеется, и для биологической эволюции возникает та же проблема соотношения противоречия с представлениями о направленном характере эволюции и случайном характере последовательности катастроф срыва, раз за разом «вымывающих» наиболее специализированные таксоны. Сложность проблемы усугубляется тем, что сами причины и механизмы усложнения отдельных видов и экосистем в ходе эволюции являются одной из сложных и обсуждаемых проблем эволюционной теории, и единой точки зрения до настоящего времени не выработано. В отличие от социальной эволюции, где есть разумное изобретающее существо – сам человек, открывающий и изобретающий новое и передающий свои достижения с помощью слова, в биологической эволюции нечто похожее отсутствует. Поэтому от того, какое решение этой проблемы мы примем за основу, будет зависеть подход к объяснению указанного противоречия.

После демографического перехода это "изобретающее существо" по Цирелю и Коротаеву почему то теряет всякую способность что либо изобретать. Рост численности закончился и изобретать больше не нужно. Почему творчество становится не нужным? Ответа нет.

---

[15] На публичной лекции в клубе «Билингва» (к сожалению, не могу дать другой, более корректной ссылки) К. Ю. Еськов привел в качестве аргумента, свидетельствующего о малой роли внешних факторов, слабое влияние последнего оледенения на состав экологических систем (кроме вымирания самых крупных млекопитающих). Однако этот аргумент представляется недостаточно убедительным, ибо этому оледенению предшествовало множество других, в том числе более мощных, а с каждым следующим оледенением его влияние на биосферу, естественно, убывало, да и сам К. Ю. Еськов (1994) в своей более ранней работе большое значение придает именно климатическим факторам.

[16] Здесь надо указать, что сама серийность событий во время кризиса, как правило, является свидетельством не только глубокой связи между событиями (вымирание одного вида ведет к вымиранию другого), но также и признаком наличия состояния готовности к кризису, когда одна и та же слабая внешняя или внутренняя причина способна породить множества точек зарождения кризиса (в географическом пространстве или в структуре функционирования экологической системы). В качестве противоположного примера можно привести поток землетрясений, в котором внешние причины (типа малых изменений скорости вращения Земли) меняют интенсивность землетрясений лишь на единицы, редко – первые десятки процентов, а самые мощные землетрясения не запускают серии землетрясений в других тектонических зонах вопреки распространенным в широкой печати высказываниям.

Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

Эволюция - это процесс восхождения от одноклеточного организма до человека

Не существует никакого объяснению прогрессивному характеру эволюции, росту сложности оргагизмов, росту объема головного мозга гоминид...

Один из наиболее распространенных в литературе способов объяснения усложнений (Расницын 1971; Иорданский 2001; Марков 2003; 2008) состоит в том, что каждое усложняющее изменение требует усложнения форм взаимодействия между элементами и в конечном счете еще большего усложнения всей системы для достижения устойчивости во внешней среде. Проводя грубую аналогию между техническими средствами и живыми существами, данная теория связывается с утверждением, что наиболее устойчивы, с одной стороны, самые простые формы (например, счеты) и, с другой стороны, самые сложные (например, промышленные компьютеры для сбора и обработки данных в полевых условиях). С этим легко можно согласиться, но, во-первых, счеты все же более «живучи», чем любой самый совершенный компьютер, даже приспособленный для работы в ядре кометы, а во-вторых, неясно, каким способом должная устойчивость достигается на **всех** этапах истории этого прибора (существа, экосистемы).

Выскажем некоторые небесспорные соображения по данному вопросу, полезные для обсуждения поставленной проблемы о катастрофах срыва. Несколько упрощая мысль И. Пригожина (Пригожин, Стенгерс 1986), сформулируем утверждение, что усложнение является общим свойством систем, одновременно обладающих способностями к адаптации и памятью, иначе говоря, систем, получающих энергию извне (в конечном счете – энергию Солнца и радиоактивных процессов внутри Земли) для поддержания запоминающих устройств. Создающаяся при этом асимметрия запоминания/забывания (в более общем смысле – асимметрия времени) сама порождает усложнения, ибо забыть в такой системе полезное для выживания нововведение сложнее, чем его запомнить. В рамках поставленного нами вопроса[17] важно, чтобы эта полезная мутация не вела лишь к специализации в существующей среде и не «сгорела» при очередном кризисе вместе с самой средой.

Для обсуждения возможного механизма в биологической эволюции и для анализа реального механизма усложнения в социальной эволюции кратко рассмотрим процесс роста ВВП на душу населения в эпоху до выхода из мальтузианской ловушки. По теории Мальтуса (демографических циклов, структурно-демографических циклов и т. д.), население растет в геометрической прогрессии, а рост урожаев – во всяком случае, начиная с определенной плотности населения, – отстает от него. Соответственно население растет в числе, беднеет, голодает и т. д. ВВП на душу населения падает, и, согласно теории демографических циклов, восстанавливается до более или менее терпимого уровня лишь после бедствий и эпидемий. С другой стороны, все исторические данные говорят об увеличении ВВП на душу населения, достаточно медленном бóльшую часть исторического времени, относительно быстром в античные времена и просто быстром в Новое время в Европе, когда Мальтус писал свои труды. Естественно, возникает вопрос: как эти утверждения могут сочетаться между собой?

Наша основная гипотеза состоит в том, что обеспечение даже минимального ВВП на душу каждого следующего человека требует все больших затрат (закон убывающего плодородия почв) независимо от того, поселяется он на тех же землях или занимает новую землю с худшими условиями. Однако при этом одновременно дополнительный труд или сделанные нововведения **не только обеспечивают его минимальное жизнеобеспечение, но и создают новые блага**. Наоборот, дополнительный труд или сделанные нововведения не только создают новые блага, но и обеспечивают жизнеобеспечение большего количества людей. Иными словами, при увеличении экологической ниши K на 1 (от i до $i + 1$) производится дополнительный продукт: $\Delta P = m_\phi + f_1(i) + f_2(i)$, где

Вся эта гипотеза высосана из пальца. Имееют ли эти умозрительные построения хоть какое-то отношение к реальности? Здесь важно понять, что Цирель начинает вывод своего дифференциального закона, т.е. закона с простой преддетерминацией, когда состояние системы в момент времени t+dt, полностью определяется ее состоянием в момент времени t.
В такое поверить совершенно невозможно см. здесь:
http://avmol51.narod.ru/Mif_o_zakone_kvadratichnogo_rosta.html

[17] Разумеется, эта краткая формулировка не решает принципиальных вопросов эволюции, просто другие проблемы выходят за рамки наших обсуждений.

Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

$m_ф$ – минимальный продукт, необходимый для жизни человека при населении i; $f_2(i)$ – дополнительные блага. Так как при этом второй член, дополнительный продукт $f_1(K)$, используется для обеспечения повышения плотности населения или освоения худших земель, то суммарное ВВП (обозначим его G) увеличивается на величину: $\Delta G = m_ф + f_2(i)$.

Это достаточно сильное утверждение; к тому же у нас нет надежных данных для получения точного вида функций $f_1(i)$ и $f_2(i)$, поэтому сделаем ряд примечаний, дополнений и упрощений:

- K реально характеризует не емкость всей Земли, а плотность населения (они неразличимы лишь для всего земного шара).
- Рост производимого продукта на душу населения может обеспечиваться не только увеличением технического (технологического) уровня, но и просто увеличением объема труда, прежде всего продолжительности рабочего дня.
- Величина дополнительного продукта не отвечает никакой экономической категории, так как при ее вычислении производится суммирование конечного потребления с промежуточными продуктами. Если описывать экономический смысл второго члена в этих выражениях, то его можно выразить формулой типа: $\sum f_1(i)/K = m - m_0$, где m_0 – минимально необходимый продукт на душу населения при минимальном населении Земли; m – затраты, которые нужны для производства того же продукта m_0 на душу населения при народонаселении K.
- Все эти замечания очевидным образом указывают, что приведенные выражения не могут претендовать на высокую количественную точность, поэтому для упрощения дальнейших рассуждений будем использовать линейные зависимости вида $f_1(i) = b_1\, i$ и $f_2\,(i) = b_2\, i$.

А закон Форстера очень точен!

Подгонка!

Полученные выражения позволяют оценить зависимость ВВП на душу населения от K и степени заполнения экологической ниши (N/K). Если фактическое народонаселение Земли N меньше максимально возможного K, то, естественно, и суммарный продукт меньше предельно возможного G_K. Для оценки фактического значения G мы сделаем еще одно допущение и примем, что остаток продукта, не используемый для покрытия разности $m - m_0$, используется для увеличения конечного продукта (ВВП); тогда ВВП на душу населения составит:

$$g = G/N = m_0 + 0{,}5\, b_1\,(K–N) + 0{,}5\, b_2\, K = m_0 + 0{,}5\,(b_1 + b_2)\, K - 0{,}5\, b_1\, N. \qquad (6)$$

Формула (6) показывает, что максимальное количество людей K, которое способно прокормиться на Земле в данный момент, можно использовать для оценки технического (технологического, организационного) уровня развития: $T = 0{,}5\,(b_1 + b_2)\, K$. Кроме того, эта формула позволяет оценить приблизительные пределы колебаний значения ВВП на душу населения при уровне развития T; при максимально возможном населении в моменты демографических кризисов $g_{\min} \approx m_0 + 0{,}5\, b_2\, K$, а при малом населении $N \to 0$ ВВП на душу населения $g_{\max} \to m_0 + T$.

Для оценки величин b_1 и b_2 воспользуемся системой уравнений (Tsirel 2004*a*), характеризующей рост населения Земли:

$$\begin{cases} dN/dt = r\,N\,(1 - N/K) \\ dK/dt = \alpha\, NK, \end{cases} \qquad (7)$$

и разложим K в ряд по N: $K \approx N + \alpha\, N^2 + \ldots$, где r – максимально возможный относительный годовой прирост населения (2–2,5 % в год – в традиционные времена, 4–5 % в год – в период демографического перехода для развивающихся стран в конце XX в.); значение коэффициента a в зависимости от периода анализа и принятого значения r находится в диапазоне: $(1{,}5 – 6)\cdot 10^{-12}$ чел.$^{-1}$·год$^{-1}$; $\alpha = a/r \approx 1{,}5\cdot 10^{-10}$ чел.$^{-1}$.

Тогда зависимость g от N примет вид:

$$g = m_0 + 0{,}5\ \alpha\ (b_1 + b_2)\ N^2 + 0{,}5\ b_2\ N. \qquad (8)$$

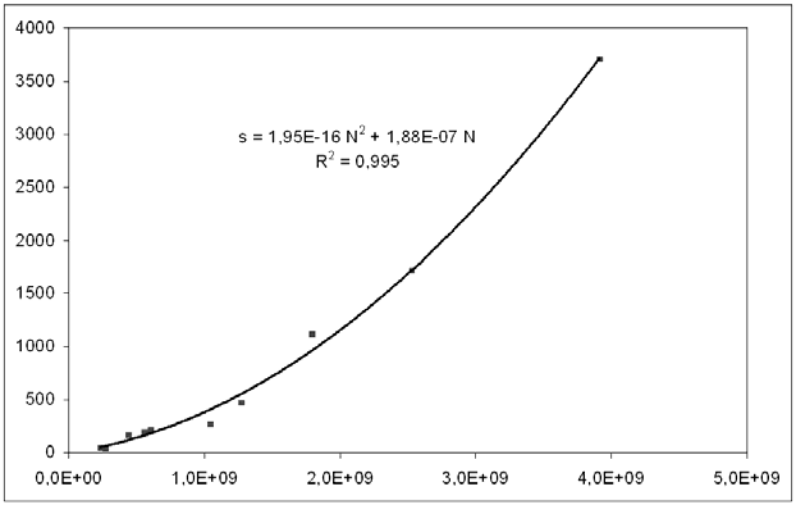
Для вычислений использовались различные оценки населения (McEvedy, Jones 1978; Biraben 2003; Durand 1974; Kremer 1993; Maddison 2001 и др.) и различные оценки среднего ВВП на душу населения (Maddison 2001; Bairoch 1993; Nordhaus 1997; DeLong 1998; United Nations 2001 и др.), причем данные сочетались между собой разнообразными способами (см. Табл. 2).

Несмотря на существенные расхождения (m_0 = 90..400$; N в 1 г. н. э. = 150..350 млн чел. и т. д.), кривые хорошо описываются квадратичными зависимостями (Рис. 6), и расхождения оценок b_1 и b_2 не столь велики, как можно было бы ожидать. В среднем $b_1 = (25 \pm 7)\cdot 10^{-7}$ и $b_2 = (3{,}8 \pm 1{,}2)\cdot 10^{-7}$ 1990$/чел.^{2}; $b_1 / b_2 \approx 6 - 10$. Таким образом, рост богатства населения Земли в первую очередь объясняется не побочными эффектами, а «неиспользованием» всех накопленных достижений для максимизации населения; тем не менее, отсутствие обсуждаемого эффекта вообще означало бы отсутствие роста ВВП на душу населения. Таким образом, рост ВВП на душу населения является побочным продуктом обеспечения роста населения (либо наоборот: население растет за счет роста ВВП на душу населения).

Таблица 2. Оценка значений b_1 и b_2

Данные о ВВП	Данные о населении	Годы	m, 1990$	b_1, 1990$/чел.^{2}	b_2, 1990$/чел.^{2}	b_2/b_1
Мэддисон	Мэддисон	0..1973	400	$22\cdot 10^{-7}$	$3{,}8\cdot 10^{-7}$	0,17
Бэрок	Бэрок, ООН	1750..1960	400	$29\cdot 10^{-7}$	$3{,}8\cdot 10^{-7}$	0,13
Нордхаус	Джонс, Кремер	–400..1970 –2000..1970	340	$(16–17)\cdot 10^{-7}$	$(5{,}8–6{,}2)\cdot 10^{-7}$	0,37
Нордхаус	Бирабен			$(24–25)\cdot 10^{-7}$	$(3{,}6–3{,}8)\cdot 10^{-7}$	0,15
Делонг	Джонс, Кремер	–400..1970 –3000..1970	90	$(30–32)\cdot 10^{-7}$	$0{,}6\cdot 10^{-7}$	0,02
Делонг	Бирабен			$(29–35)\cdot 10^{-7}$	$(2{,}4–3{,}8)\cdot 10^{-7}$	0,09–0,11

Рис. 6. Пример зависимости $s = g - m$ от N



Edited by Foxit Reader
Copyright(C) by Foxit Corporation,2005-2010
For Evaluation Only.

Успешное использование данного предположения для социальной эволюции позволяет допускать, что нечто подобное могло иметь место и в биологической эволюции. Разумеется, в отличие от социальной эволюции не все полезные для выживания мутации являлись ароморфозами и одновременно сопровождались дополнительными изменениями, ведущими также к появлению новых возможностей. Очень многие успешные мутации (как основные, так и побочные) могли вести, наоборот, к потере сложности и очень узкой специализации. Скорее, обсуждаемые случаи были исключением из правила, чем частым явлением[18]. Однако именно такие формы, с одной стороны, достигали большего успеха за счет приспособления к данным условиям, с другой стороны, получали необходимый по закону Эшби запас прочности на будущее. Поэтому их степень сохранения была выше средней и противодействовала деградации во время кризиса срыва.

В одной статье невозможно обсудить все тенденции изменения скорости эволюции, поэтому попробуем подвести некоторые итоги, дополняя известные примеры гипотезами и предположениями. Наш главный вывод заключается в том, что существуют два основных паттерна течения процессов эволюции.

1. Первый паттерн, наиболее изученный в биологической эволюции, состоит из длительных этапов постепенной эволюции с более или менее постоянной скоростью, разделяемых короткими периодами кризисов или, иными словами, периодами быстрой эволюции. Во время этих периодов наблюдаются периоды ускорений (часто не совпадающие между собой) как скоростей исчезновения старых форм, так и появления новых, причем первые представлены более широко, чем вторые. Поэтому нередко обновленная система беднее формами, чем докризисная. Источниками кризисов могут служить как экзогенные, так и эндогенные причины, причем граница между теми и другими зачастую условна, ибо зависит от способа задания границ изучаемой системы. Часто кризисы имеют различные причину (механизм снижения устойчивости системы) и повод, однако в отдельных случаях (особенно при катастрофах тренда) они могут совпадать между собой, или сила внезапного воздействия столь велика, что превышает запас прочности системы даже в ее самом устойчивом состоянии.

2. Второй паттерн, менее определенный, чем пульсирующая эволюция первого паттерна, включает в себя как замедляющуюся, так и ускоряющуюся эволюцию. Изменения скорости, характерные для второго паттерна, характеризуются очень сильными законами изменения параметров – экспоненциальными и даже гиперэкспоненциальными, в том числе гиперболическими, сходящимися к точке сингулярности или исходящими из нее.

Нелинейный, предзаданный закон роста предполагает глобальную системность, будь то растущее человечество или таксономическое разнообразие морских животных. Как в каждом таком отдельном случае обеспечивается такая системность? Этой, может быть самой главной проблемы связанной с надэкспоненциальным, гиперболическим и любым другим нелинейным ростом Цирель даже не касается.

За обоими паттернами часто скрывается более или менее постоянная скорость изменений, приводящих к эволюции. Другая функция этой скорости состоит в том, что она является ограничением сверху темпа эволюционных изменений и определяет количественные и временные рамки периодов гиперэкспоненциального роста.

Эти паттерны сложным образом вложены друг в друга. Соотношения между ними были в некоторой степени затронуты в настоящей статье, но в основном лишь обозначены без примеров и тем более – без раскрытия механизмов. Поэтому приведенный ниже перечень форм соотношения их друг с другом надо понимать не как доказанный (обоснованный) вывод из приведенных выше рассуждений, а в основном как тезисное изложение программы дальнейших исследований.

---

[18] Предположительно, загадочные экстрасенсорные потенции человека, необъяснимые естественным отбором, но воплощаемые йогами и некоторыми экстрасенсами в реальные возможности, являются примером подобных дополняющих мутаций.

1. В первую очередь надо указать, что кризисные периоды и периоды относительной стабильности образуют сложную иерархическую картину. Во времена стабильных состояний происходили кризисы меньших масштабов (приводившие к меньшим изменениям системы и часто не столь быстрые) или более локальные, охватывающие отдельные части изучаемого мира (галактики, планетные системы, экосистемы, цивилизации, страны, языки и т. д.). И наоборот: в течение кризисных периодов были этапы более быстрых перемен и этапы относительной стабильности. Разный масштаб наблюдений приводит к разным хронологиям кризисных и стабильных периодов.

2. Сами процессы кризисных периодов, как правило, описываются кривыми из второго паттерна. Самораскручивающаяся спираль деградации системы, где разрушение одних элементов системы ведет к разрушению следующих (положительная обратная связь), в конечном счете приводит к ускоряющемуся слому стабильных систем – от разрушения экосистемы до гиперинфляции. С другой стороны, процессы восстановления строительства, заполнения пустующих мест (экологических ниш) тоже зачастую обладают положительными обратными связями и также развиваются по экспоненциальным и гиперболическим законам.

3. Сложная структура кризисного периода ведет к дискретности проявления быстрого закона изменения. Непрерывный в первом приближении, он часто является дискретным во втором, вплоть до почти буквальной реализации описанных выше моделей (2)–(3). К примерам таких явлений в социальной эволюции следует отнести скачкообразный характер изменений степени урбанизации (Коротаев 2006; 2007) и последовательность глубоких кризисов социальной эволюции (Назаретян 2004).

4. Дискретные проявления экспоненциальных и гиперэкспоненциальных законов развития и деградации продолжает на высоких уровнях сама последовательность кризисных явлений в социальной истории и в общей истории Вселенной. Этой теме, красиво сводящей мировую (или даже вселенскую) историю к будущей точке сингулярности, посвящен целый ряд работ (см., например: Панов 2005; Гринин 2006). Ограничения подобных путей развития достаточно подробно разобраны в настоящей статье. Однако все же главная проблема столь красивых и экстравагантных построений состоит в адекватности выбора характеристик, на которых построены подобные рассуждения.

5. В целом ни для социальной, ни для биологической, ни для глобальной физической эволюции мы не можем указать, какой паттерн первичен, а какой вторичен. Нам не хватает ни умения подбирать адекватные характеристики, ни общих знаний о глобальной эволюции (например, знаний о внеземных биологических и социальных системах) и тем более знаний об истории Вселенной и природе времени. Автору весьма импонирует ничем не доказанная точка зрения о принципиальной невозможности выбора первичного паттерна и равноправии обоих паттернов даже на недоступных нам запредельно фундаментальных уровнях анализа.

Библиография

Вавилов Н. И. 1926. *Центры происхождения культурных растений*. Л.: Тип. им. Гутенберга.

Вайнберг С. 2000. *Первые три минуты: современный взгляд на происхождение Вселенной*. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика».

Вернадский В. И. 2002. *Биосфера и ноосфера*. М.: Айрис-Пресс.

Гринин Л. Е. 2006. Периодизация истории: теоретико-математический анализ. *История и Математика*: *проблемы периодизации исторических макропроцессов* / Ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, С. Ю. Малков, с. 53–79. М.: КомКнига/URSS.

Гринин Л. Е. 2007. *Государство и исторический процесс. Эпоха образования государства: общий контекст социальной эволюции при образовании государства.* М.: КомКнига/URSS.

Гринин Л. Е., Марков А. А, Коротаев А. В. 2008. *Макроэволюция в живой природе и обществе*. М.: ЛКИ/URSS.

Гуревич А. Я. 1972. *Категории средневековой культуры.* М.: Искусство.

Еськов К. Ю. 1994. О макробиогеографических закономерностях филогенеза. *Экосистемные перестройки и эволюция биосферы* / Ред. А. Ю. Розанов, М. А. Семихатов. Вып. 1, с. 199–205. М.: Недра.

Иорданский Н. Н. 2001. *Эволюция жизни*. М.: Академия.

Каландадзе Н. Н., Раутиан А. С. 1993. Симптоматика экологических кризисов. *Стратиграфия. Геологическая корреляция* 1(5): 3–8.

Капица С. П. 1996. Феноменологическая теория роста населения Земли. *Успехи физических наук* 166(1): 63–80.

Коротаев А. В. 2003. *Социальная эволюция: факторы, закономерности, тенденции*. М.: Вост. лит-ра.

Коротаев А. В. 2006. Периодизация истории Мир-Системы и математические макромодели социально-исторических процессов. *История и Математика. Проблемы периодизации исторических макропроцессов* / Ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, С. Ю. Малков, с. 116–167. М.: КомКнига/URSS.

Коротаев А. В. 2007. Макродинамика урбанизации Мир-Системы: количественный анализ. *История и Математика: Макроисторическая динамика общества и государства* / Ред. С. Ю. Малков, Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, с. 21–39. М.: КомКнига/URSS.

Коротаев А. В., Комарова Н. Л., Халтурина Д. А. 2007. *Законы истории. Вековые циклы и тысячелетние тренды. Демография. Экономика. Войны.* М.: КомКнига/URSS.

Коротаев А. В., Малков А. С., Халтурина Д. А. 2007. *Законы истории: Математическое моделирование развития Мир-Системы. Демография, экономика, культура*. М.: КомКнига/URSS.

Кузнецов И. В., Писаренко В. Ф., Родкин М. В. 1998. К проблеме классификации катастроф: параметризация воздействий и ущерба. *Геоэкология* 1: 16–29.

Кузнецов И. В., Родкин М. В., Серебряков Д. В., Урядов О. Б. 2007. Иерархический подход к динамике преступности. *Новое в синергетике. Новая реальность, новые проблемы, новое поколение* / Ред. Г. Г. Малинецкий, с. 203–228. М.: Наука.

Кузищин В. И. 1990. *Античное классическое рабство как экономическая система*. М.: Изд-во МГУ.

Кульпин Э. С. 2006. *Золотая Орда: Проблемы генезиса Российского государства*. М.: КомКнига/URSS.

Любушин А. А. (мл.), Кузнецов И. В., Писаренко В. Ф., Удалова С. Л. 2002. Многомерный вейвлет-анализ временных рядов вызовов скорой помощи в Москве, 1995–1998 гг. *Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов.* Т. 3. М.: Янус-К.

Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. 2002. *Современные проблемы нелинейной динамики*. 2-е изд. М.: Эдиториал УРСС.

Марков А. В. 2003. Соотношение таксонов разных рангов в ископаемой летописи и реконструкция видового разнообразия морской биоты фанерозоя. *Палеонтологический журнал* 2: 1–10.

Марков А. В. 2008. О преадаптациях к возникновению эволюционных новшеств и к усложнению живой системы, содержащихся в самой структуре внутриклеточных процессов. URL: http://macroevolution.narod.ru/progress1.htm

Марков А. В., Коротаев А. В. 2007. Динамика разнообразия фанерозойских морских животных соответствует модели гиперболического роста. *Журнал общей биологии* 68(1): 3–18.

Марков А. В., Коротаев А. В. 2008. Гиперболический рост разнообразия морской и континентальной биот фанерозоя и эволюция сообществ. *Журнал общей биологии* 69(3): 175–194.

Назаретян А. П. 2004. *Цивилизационные кризисы в контексте Универсальной истории: Синергетика – психология – прогнозирование*. 2-е изд. М.: Мир.

Нефедов С. А. 2007. *Концепция демографических циклов*. Екатеринбург: УГГУ.

Нефедов С. А. 2008. *Факторный анализ исторического процесса. Исторический опыт традиционных обществ Востока*. Екатеринбург: УГГУ.

Панов А. Д. 2005. Сингулярная точка истории. *Общественные науки и современность* 1: 122–137.

Подлазов А. В. 2002*а*. Распределение конкурентов, масштабная инвариантность состояния и модели линейного роста. *Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика* 10(1–2): 20–43.

Подлазов А. В. 2002*б*. Теоретическая демография. Модели роста народонаселения и глобального демографического перехода. *Новое в синергетике. Взгляд в третье тысячелетие* / Ред. Г. Г. Малинецкий и С. П. Курдюмов, с. 324–345. М.: Наука.

Пригожин И., Стенгерс И. 1986. *Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой*. М.: Прогресс.

Расницын А. П. 1971. К вопросу о причинах морфофункционального прогресса. *Журнал общей биологии* 32(5): 549–555.

Расницын А. П. 1988. Проблема глобального кризиса наземных биоценозов в середине мелового периода. *Меловой биоценотический кризис и эволюция насекомых* / Ред. А. Г. Пономаренко, с. 191–207. М.: Наука.

Расницын А. П. 1989. Динамика семейств насекомых и проблема мелового биоценотического кризиса. *Осадочная оболочка Земли в пространстве и времени. Стратиграфия. Палеонтология* / Ред. Б. С. Соколов, с. 35–40. М.: Наука.

Сводеш М. 1960. К вопросу о повышении точности в лексико-статистическом датировании. *Новое в лингвистике* 1: 53–87.

Седов Е. А. 1988. Информационные критерии упорядоченности и сложности организации структуры систем. *Системная концепция информационных процессов*: сб. трудов. Вып. 3. М.: ВНИИСИ.

Седов Е. А. 1993. Информационно-энтропийные свойства социальных систем. *Общественные науки и современность* 5: 92–100.

Сорнетте Д. 2003. *Как предсказывать крахи финансовых рынков: критические события в комплексных финансовых системах.* М.: Интернет-трейдинг.

Старостин С. А. 1989. Сравнительно-историческое языкознание и лексикостатистика. *Лингвистическая реконструкция и древнейшая история Востока* 1: 3–39.

Татаринов Л. П. 1987. *Очерки по теории эволюции*. М.: Наука.

Цирель С. В. 2005. «QWERTY-эффекты», «path dependence» и закон иерархических компенсаций. *Вопросы экономики* 8: 19–26.

Цирель С. В. 2008. Заметки об историческом времени и путях исторической эволюции. *История и математика: Модели и теории* / Ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, С. Ю. Малков, с. 246–278. М.: ЛКИ/URSS.

Шанин Т. 1999. Эксполярные структуры и неформальная экономика современной России. *Неформальная экономика. Россия и мир* / Ред. Т. Шанин, с. 11–34. М.: Логос.

Bairoch P. 1993. *Economics and World Hystory.* Chicago, IL: The University of Chicago Press.

Biraben J.-N. 2003. L'évolution du nombre des hommes. *Population et sociétés* 394: 1–4.

Chase-Dunn C. K., Hall T. D. 1997. *Rise and Demise. Comparing World-Systems.* Boulder, CO: Westview.

Collins R. 1978. Long-term Social Change and the Territorial Power of State. *Research in Social Movements, Conflicts and Change* 1: 1–34.

DeLong J. B. 1998. Estimating World GDP, One Million B.C. URL: http://www.j-bradford-delong.net/TCEH/1998_Draft/World_GDP/Estimating_World_GDP.html

Durand J. D. 1974. *Historical Estimates of World Population: An Evaluation*. Philadelphia, PN: University of Pennsylvania, Population Center.

Foerster H. von, Mora P., Amiot L. 1960. Doomsday: Friday, 13 November, A. D. 2026. *Science* 132: 1291–1295.

Fukuyama F. 2003. *Our Posthuman Future: Consequences of the Biotechnology Revolution.* New York, NY: Picador.

Goldstone J. 1991. *Revolution and Rebellion in the Early Modern World*. London: University of California Press.

Johansen A., Sornette D., Wakita H., Tsunogai U., Newman W. I., Saleur H. 1996. Discrete Scaling in Earthquake Precursory Phenomena: Evidence in the Kobe Earthquake, Japan. *J. Phys. I (France)* 6: 1391–1402.

Kremer M. 1993. Population Growth and Technological Change: One Million B.C. to 1990. *The Quarterly Journal of Economics* 108: 681–716.

Kuznets S. 1960. Population Change and Aggregate Output. *Demographic and Economic Change in Developed Countries*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Lichtman A., Keilis-Borok V. I. 1981. Pattern Recognition Applied to Presidential Elections in the United States 1860–1980; Role of Integral Social, Economic and Political Traits. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 78: 7230–7234.

Lieberman E., Michel J.-B., Jackson J. *et al.* 2007. Quantifying the Evolutionary Dynamics of Language. *Nature* 449: 713–716.

Maddison A. 2001. *Monitoring the World Economy: A Millennial Perspective*. Paris: OECD.

McEvedy C., Jones R. 1978. *Atlas of World Population History*. New York, NY: Penguin Books.

Nordhaus W. 1997. Do Real Output and Real Wage Measures Capture Reality?: The History of Light Suggests Not. *The Economics of New Goods* / Ed. by T. Bresnahan, R. Gordon. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Pagel M., Venditti Ch., Meade A. 2006. Large Punctuational Contribution of Speciation to Evolutionary Divergence at the Molecular Level. *Science* 314: 119–121.

Polanyi K. 1977. *The Livelihood of Man*. New York, NY: Academic Press Inc.

Simon J. 1977. *The Economics of Population Growth*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Tsirel S. V. 2004*a*. On the Possible Reasons for the Hyperexponential Growth of the Earth Population. *Mathematical Modeling of Social and Economic Dynamics* / Ed. by M. G. Dmitriev, A. P. Petrov. Moscow: Russian State Social University.

Tsirel S. V. 2004*b*. Cycles of Agrarian Empires. *Proceedings of the Third International Conference "Hierarchy and Power in the History of Civilizations". Abstracts,* pp. 178–179. Moscow: Russian State University for the Humanities.

Turchin P., Hall T. D. 2003. Spatial Synchrony Among and Within World-Systems: Insights from Theoretical Ecology. *Journal of World-System Research* 9: 37–64.

United Nations 2001. *World Population Ageing: 1950–2050*. New York, NY: United Nations.

Yan W., Woodard R., Sornette R. 2011. Diagnosis and Prediction of Market Rebounds in Financial Markets. URL: http://arxiv.org/abs/1003.5926