СИНГУЛЯРНАЯ ТОЧКА ЭВОЛЮЦИИ?

А.Д. Панов

Введение

Мало у кого вызывает сомнение, что современная земная цивилизация находится на пороге тяжёлого системного кризиса. Это и экологические проблемы, и исчерпание невосполнимых ресурсов, и многое, многое другое. Однако кризисы не раз случались в истории человечества [1-3], поэтому уместен вопрос, не является ли приближающийся системный кризис очередным, можно сказать – обычным цивилизационным кризисом, в череде других подобных явлений.

Мы попытаемся показать, что на этот вопрос, вероятно, следует дать отрицательный ответ.

Хотя приближающийся системный кризис имеет многие черты, характерные и для других цивилизационных кризисов, есть основания полагать, что переживаемые сейчас события совершенно уникальны, являются закономерным итогом всей эволюции жизни на Земле, и по своей драматичности сопоставимы с возникновением жизни около 4 млрд. лет назад. К такому выводу приводит простой логический анализ хорошо известных фактов.

Для дальнейшего обсуждения нам потребуются некоторые модельные представления о природе эволюции жизни и общества. Мы будем рассматривать биосферу и её позднюю стадию – ноосферу как последовательные фазы развития единого объекта, который будем называть просто *планетарной системой* и говорить о единой эволюции планетарной системы. Такое представление поддерживается тем, что в механизмах и движущих силах эволюции – как живой природы, так и общества можно обнаружить много общего, что детально обосновано, в частности, в монографиях и статьях А. П. Назаретяна [2-4] и Г. Д. Снукса [5-7]. При том, что Назаретян и Снукс развивали свои концепции независимо, в их подходах много общего. Центральными понятиями объединённой теории эволюции оказываются *эволюционный или цивилизационный кризис* в терминологии Назаретяна и *стратегический кризис* в терминологии Снукса. В трактовке этих понятий Назаретяном и Снуксом есть некоторые отличия, но гораздо больше общего. Ниже мы будем придерживаться термина *эволюционный кризис*. Трактовка движущих сил эволюции Назаретяном и Снуксом также весьма близка. На объединённую теорию эволюции биосферы и общества мы будем ссылаться как на *синергетическую модель истории*, в соответствие с терминологией А. П. Назаретяна. Ниже кратко зафиксируем некоторые моменты этой концепции согласно нашему собственному ее пониманию, которое мы получили благодаря работам как А. П. Назаретяна, так и Г. Д. Снукса. Надо отметить, что на излагаемые ниже представления оказала также влияние теория эволюции Э. М. Галимова [8], хотя он развивает объединённую теорию эволюции добиологических химических форм организации вещества и жизни, но не жизни и общества, как А. П. Назаретян и Г. Д. Снукс. Наше изложение концепции ни в коем случае не претендует на полноту и служит, главным образом, для фиксации необходимой для дальнейшего терминологии.

Планетарная система развивается в основном как единая система. Это выражается, в частности, в том, что похожие эволюционные события происходят более или менее синхронно в разных местах планеты, или, иначе, основные эволюционные события имеют планетарное значение и масштаб.

Эволюция планетарной системы имеет вполне определённую направленность – она имеет «векторный» характер. Самое, пожалуй, важное, что эволюция до сих пор происходила в направлении устойчивого усложнения структуры и удаления планетарной системы от состояния термодинамического равновесия.

Планетарная эволюция – хотя и имеет векторный, в определенном смысле – однонаправленный, монотонный, характер – она отнюдь не является гладкой. История планетарной системы представляет собой последовательность сменяющих друг друга качественно различных фаз, разделённых более или менее отчётливыми фазовыми переходами.

Фазовые переходы не являются случайными событиями и часто имеют характер революций планетарной системы. Они происходят в результате ответа планетарной системы на *эволюционные кризисы* различного типа. При этом продуктивными кризисами, то есть такими, которые вызывают фазовый переход, являются кризисы не экзогенной природы (вроде падения крупного метеорита, извержения гигантского вулкана или наступления ледникового периода), но кризисы, являющиеся закономерным результатом развития самой планетарной системы. Одним из наиболее характерных примеров кризисов этого типа являются эндо-экзогенные кризисы, когда деятельность биосферы или общества приводит к таким изменениям среды обитания, что устойчивость планетарной системы ставится под вопрос. Г. Д. Снукс основной упор здесь делает на ресурсные кризисы, когда на данном уровне функционирования планетарной системы происходит исчерпание жизненно важных ресурсов, характерных для текущей фазы.

А. П. Назаретян понимает кризисы несколько шире: это могут быть и кризисы, связанные с загрязнением или деградацией окружающей среды, и кризисы техно-гуманитарного баланса (см. ниже), но, также, и ресурсные кризисы.

Следует добавить, что, конечно, и чисто внешние факторы могут усугубить эволюционный кризис и ускорить его развитие. В геологической летописи Земли с начала фанерозоя (примерно 600 млн. лет назад) выделяется несомненная периодичность событий, связанных с массовым вымиранием живых организмов [9]. Удаётся выделить два периода – первый около 216 млн. лет и второй около 30 млн. лет. Первый связан с длительностью галактического года (период обращения Солнца вокруг центра Галактики), второй, возможно, с периодом колебания Солнца относительно галактической плоскости [9]. Таким образом, волны вымирания имеют экзогенное происхождение.

Однако далеко не все такие катастрофические события приводили к фазовому переходу биосферы. Часто – биосфера восстанавливалась в виде, близком к исходному (например, одни виды трилобитов сменятся другими видами трилобитов же). Но в некоторых случаях глубокие перестройки имели место. Возможно, экзогенные факторы способны ускорять развитие кризисов внутреннего, эволюционного происхождения, но действительно революционная перестройка происходит под влиянием внешних факторов только в том случае, когда она назрела по внутренним причинам.

В момент фазового перехода решающим фактором во многих случаях оказывается так называемое избыточное внутреннее разнообразие системы. Под избыточным внутренним разнообразием понимаются такие формы организации планетарной системы, которые не играют существенной системообразующей роли на данном этапе развития и не дают существенных эволюционных преимуществ. Однако в момент наступления эволюционного кризиса именно некоторые из форм избыточного внутреннего разнообразия дают адекватный ответ на кризис и становятся новым системообразующим фактором. По сути, это есть не что иное, как одна из форм реализации механизма отбора. Существенно, что момент фазового перехода определяется не первым появлением эволюционно продвинутой подсистемы, но только существенной перестройкой планетарной системы, в результате которой такая подсистема становится существенным или ведущим фактором в эволюции.

Следует отметить, что старые эволюционные формы не элиминируются полностью, но продолжают сосуществовать с новыми, часто при этом включаясь в них как составная часть или подсистема (эволюционный консерватизм [8]). Так, наряду со сложными многоклеточными организмами продолжает существовать одноклеточная фауна, причём основой организации многоклеточного организма является клетка, – видоизменённый и специализированный одноклеточный организм. Эволюция напоминает пирамиду, которая прирастает своей вершиной за счёт некоторого редуцирования и уплотнения основания. Именно положением вершины определяется достигнутый эволюционный уровень планетарной системы. Надо также отметить, что количественное преобладание одной эволюционной формы над другими, как правило, не может быть критерием выбора наиболее прогрессивной подсистемы и не определяет текущей фазы эволюции. Мы соседствуем с одноклеточными прокариотами, возникшими 4 миллиарда лет назад. Можно заметить, что полная масса прокариот многократно превышает полную массу человечества, но это не мешает нам определять уровень развития планетарной системы именно наличием цивилизации.

Так как разрешение эволюционного кризиса означает переход планетарной системы в состояние, более далёкое от равновесия, чем предыдущее, то для сохранения гомеостаза система должна реализовать некоторые компенсирующие механизмы – сохраняющие реакции. На этапе эволюции цивилизации одним из важнейших механизмов адаптации оказывается совершенствование культурных регуляторов, которые противостоят росту разрушительной силы новых технологий. Те подсистемы цивилизации, которые не в состоянии ответить на техногенные кризисы выработкой адекватных культурных регуляторов, выбывают из эволюции, выжившие же подсистемы обладают более совершенными культурными регуляторами. В этом заключатся гипотеза техно-гуманитарного баланса А. П. Назаретяна. Приведённые выше общие положения будут проиллюстрированы многочисленными примерами в следующем разделе статьи.

Наиболее удивительной особенностью приведённых выше представлений является то, что одни и те же, по сути, механизмы характерны для эволюции на самых разных уровнях – от древней биосферы одноклеточных прокариот до современной цивилизации. Это и иерархическая структура эволюции, связанная с эволюционным консерватизмом; и организация её в последовательность качественно различных фаз, разделённых фазовыми переходами; и общий механизм эволюционного кризиса вместе с ролью избыточного внутреннего разнообразия при преодолении кризиса и переходе в более высокую фазу равновесия. История планетарной системы является частью Универсальной истории – истории развития материи от Большого взрыва Вселенной до возникновения разума. Замечательно, что такие фигуры эволюции, как эволюционный консерватизм, иерархичность, последовательность качественно различных фаз, идея отбора в разных модификациях, – характерны и для добиологических фаз эволюции, включая и самые ранние, такие, как, например, распад первичной кварк-глюонной плазмы с образованием первых устойчивых составных элементарных частиц – адронов сразу после Большого взрыва, образование первых атомов, и т. д. [10, 11]. Поэтому термин «Универсальная история», то есть история Универсума, Вселенной, приобретает второй смысл, связанный с универсальностью механизмов эволюции на всех уровнях.

Основная гипотеза, которая будет использована в следующем ниже анализе, состоит в том, в истории планетарной системы действительно можно выделить вполне определённую цепочку революционных переворотов – фазовых переходов, которые отделяют друг от друга качественно различные фазы эволюции планетарной системы. Надо отметить, что эта идея ни в коем случае не является новой, и в разной форме и с разной степенью полноты, часто для отдельных периодов времени, не охватывающих эволюцию планетарной системы целиком, высказывалась раньше многими другими авторами. Помимо упомянутых выше работ А. П. Назаретяна и Г. Снукса следует упомянуть работы [12-16], и, без сомнения, этот список неполон.

Фазовые переходы планетарной системы

В дальнейшем анализе будет использован полный набор всех фазовых переходов – революций планетарной системы. Критическое значение имеет методика выделения таких событий.

Для ряда событий планетарной истории удаётся проследить во всех деталях механизм развития и преодоления глобального эволюционного кризиса. В таких случаях выделение данного события как фазового перехода не вызывает практически никаких сомнений. Однако не для всех событий, о которых часто говорят и пишут как о существеннейших переворотах в биосфере или в человеческой цивилизации, удаётся проследить все детали действия механизмов, описанных в предыдущем разделе. Часто это связано с отсутствием детальной информации, но в других случаях это может означать, что концепция даёт лишь некоторое приближение к действительности. Поэтому синергетическую модель истории не удаётся использовать как формальный аппарат для выделения в планетарной системе событий, которые можно было бы считать революциями. Тем не менее – оказывается, что по поводу статуса ряда исторических или биосферных событий как существенных фазовых переходов, разделяющих качественно различные эпохи, в среде специалистов соответствующего профиля (палеонтологи, антропологи, историки и т. д.) имеется относительно разумный консенсус, хотя о полном согласии говорить, конечно, не

приходится ни в одном случае. Именно такие события можно попытаться трактовать как революции планетарной системы. Можно сказать, что выделенные так фазовые переходы являются результатом своеобразной «экспертной оценки». Использованная нами методика базируется на анализе литературных данных и на подтверждении статуса события, как планетарной революции, на основе характерных признаков фазового перехода (наличие эндо-экзогенного кризиса, роль избыточного многообразия), когда это возможно. Полностью избежать субъективности в таком анализе невозможно, поэтому его нельзя признать строго научным. Скорее, предлагаемую ниже последовательность событий нужно рассматривать как гипотезу и основу для дальнейшего обсуждения. Возможные ошибки остаются на совести автора.

Ниже перечислены планетарные революции с нумерацией начиная с нуля, как это привыкли делать люди, постоянно занимающиеся программированием. Некоторые комментарии к списку даны в конце этого раздела.

0. *Возникновение жизни на Земле* – около $4 \cdot 10^9$ лет назад [17-20]. Жизнь возникает в форме примитивных безъядерных одноклеточных организмов – прокариотов (и, возможно, – вирусов [8]). Жизнь возникла на Земле при весьма неблагоприятных условиях (температура около 100 градусов по Цельсию) и первые несколько десятков миллионов лет существования жизни условия на Земле быстро менялись [20]. Температура падала, происходили другие события, и жизнь быстро адаптировалась к новым, более благоприятным условиям. Соответственно, имели место изменения первобытной фауны, имеющие экзогенное происхождение. В частности, уже в самых древних отложениях найдены остатки фотосинтезирующих цианобактерий, которые, однако, не могли бы существовать при высоких температурах. По-видимому, они появились сразу же, как только температура опустилась до 50–60 градусов Цельсия, в порядке заполнения вновь открывшихся экологических ниш. После того, как температурные условия установились на значениях, близких к современным, приблизительно в течение 2–2,5 млрд. лет эволюция протекала, по-видимому, без существенных потрясений, при этом главным системообразующим фактором биосферы являлась прокариотная фауна. Это видно, в частности, по монотонному росту скорости отложения горючих ископаемых (седиментогенез) вплоть до достижения максимума 2,0–1,5 млрд. лет назад [22]. Задолго до конца прокариотной эры возникли первые эукариоты и, возможно, даже примитивные многоклеточные организмы [19, 20]. Однако специально отмечается [20], что эукариоты не играли заметной роли в глобальных биохимических циклах вплоть до кислородного кризиса около 1,5 млрд. лет назад (см. ниже). Эукариотная фауна на фоне прокариотной существовала в форме избыточного внутреннего разнообразия.

1. *Кислородный кризис или неопротерозойская революция* – $1{,}5 \cdot 10^9$ лет назад [19, 20, 22, 23]. Цианобактерии обогатили первоначально восстановительную атмосферу Земли кислородом, который был сильным ядом для анаэробных прокариотов. Анаэробные организмы стали вымирать, что видно, в частности, по резкому замедлению седиментогенеза в этот период [18, 22]. Другим фактором, вызвавшим кризис прокариотной биосферы, было выведение из активного круговорота тяжёлых элементов (W, Co, V, Ni и т. д.), которые входили в состав многих ферментов примитивных прокариотов [20]. Это тоже было следствием ускорения окислительных процессов в атмосфере, обогащённой кислородом. Кислородный кризис является типичным примером эндо-экзогенного кризиса и был первым глобальным экологическим кризисом в истории Земли. На смену анаэробным прокариотам пришли аэробные формы жизни, которые были представлены в основном одноклеточными эвкариотами и примитивными многоклеточными (тканевыми) существами. По разным данным это событие имело место от 2,0 до 1,0 млрд. лет назад, но при этом, фактически, имеются в виду разные фазы этого перехода. Пик революции можно связать приблизительно с 1,5 млрд. лет назад.

2. *Кембрийский взрыв* – $590–510 \cdot 10^6$ лет назад [24-26]. Вымирает примитивная многоклеточная фауна Венда. В течение нескольких десятков миллионов лет возникают практически все современные филогенетические стволы многоклеточных животных, включая позвоночных [26, стр. 37]. Кембрийский взрыв совпадает с началом палеозойской эры. В течение палеозоя жизнь *постепенно* выходила на сушу и осваивала её.

Уже в кембрии обнаружены первые попытки выхода беспозвоночных на сушу [20]. Палеозойская эра заканчивается господством на суше земноводных, чрезвычайно разнообразных и, часто, гигантских и высокоспециализированных [26], среди растений – хвощи, плауны и папоротники. За несколько десятков миллионов лет до окончания Палеозоя возникают первые пресмыкающиеся (избыточное разнообразие), которые становятся системообразующим фактором следующей фазы развития планетарной системы.

3. *Начало мезозойской эры, революция пресмыкающихся* – $235 \cdot 10^6$ лет назад [26-28]. Внезапно и быстро вымирают практически все отряды палеозойских земноводных [26, стр. 192], лидерство на суше переходит к пресмыкающимся – сначала звероподобным и зверозубым ящерам, потом динозаврам [28]. Мезозой – эра пресмыкающихся. В мире растений господство переходит к голосемянным (хвойные, гинкговые и др.). Уже в юрском периоде (середина мезозоя) появляются первые примитивные млекопитающие, но в экосистемах играют подчинённую роль (избыточное многообразие).

4. *Начало кайнозойской эры, революция млекопитающих и птиц* – $66 \cdot 10^6$ лет назад [28-30]. Полностью вымирают динозавры, на суше – гигантский всплеск разнообразия млекопитающих, в воздухе господствуют птицы, среди растений голосемянные вытесняются покрытосемянными (цветковыми) растениями. То, что вымирание динозавров вызвано исключительно последствиями падения гигантского метеорита, образовавшего кратер Чикулуб [31,32], вызывает серьёзную критику, так как вымирание динозавров длилось 1–2 млн. лет, а пыль и сажа могла держаться в атмосфере максимум несколько месяцев [28], при этом длительных глобальных климатических изменений не отмечается. Более того, утверждается [28, стр. 136], что на протяжении мезозоя скорость вымирания динозавров была примерно постоянной, но им всегда на смену приходили новые виды. Уникальность же верхней границы мезозоя состоит только в том, что на смену вымершим видам не пришли новые. Скорее, вымирание динозавров вызвано естественными причинами, хотя падение метеорита могло, конечно, ускорить развязку.

5. *Начало неогена* – ($25–20 \cdot 10^6$ лет назад [29, 30, 33]. Начало неогена сопровождается резким обновлением фауны на территории Европы, флора и фауна приобретают практически современный вид. Вымирают сумчатые, древние хищники-креодонты, примитивные группы копытных. Возникают гоминоиды – человекообразные обезьяны, причём это событие имеет характер сильнейшего эволюционного взрыва. Между 22 и 17 миллионами лет назад Африку населяли не менее 14 родов гоминоидов, что составляет десятки видов [33] (много больше, чем сейчас).

6. *Начало четвертичного периода (антропоген)* – $4{,}4 \cdot 10^6$ лет назад [33-35]. Первые примитивные люди (гоминиды) отделяются от обезьяноподобных (гоминоидов). Подобно началу неогена, начало антропогена сопровождалось всплеском разнообразия Homo [35].

Далее следует несколько событий, имеющих, возможно, не столько биологический, сколько социальный характер (см. также обсуждение в конце этого раздела). Периоды различаются по характеру обработки орудий труда людьми каменного века. Хотя большинство исследователей достаточно согласованно разделяют весь период от возникновения человека до эпохи Мустье включительно на отдельные периоды, надо отметить, что здесь имеются определённые трудности. Во-первых, кроме резких прогрессивных скачков в способе обработки орудий труда, можно указать лишь косвенные признаки планетарных революций, например – волны переселений Homo. Вторая проблема заключается в том, что развитие человечества – начиная с раннего каменного века – было сильно неравномерным. Существующая традиция, отражённая, в том числе, и в энциклопедиях, выделяет последовательность эпох Олдувай – Шелль – Ашель – Мустье.

7. *Олдувай, палеолитическая революция* – $2{,}0–1{,}6 \cdot 10^6$ лет назад [36]. Появление первых очень грубых обработанных каменных орудий труда – так называемые чопперы. Галечные культуры, Homo habilis.

8. *Шелль* – $0{,}7\cdot10^6$–$0{,}6\cdot10^6$ лет назад [37]. Овладение огнём, топоровидные орудия с поперечным лезвием (кливеры), грубые рубила. Основной носитель культуры – Homo erectus.

9. *Ашель* – $0{,}4\cdot10^6$ лет назад [38]. Ашель характеризуется стандартизованными овальными, треугольными, круглыми и другими симметричными рубилами. Основной представитель Homo – по-прежнему Homo erectus. На фоне ашельской культуры появляется неандерталец (Homo sapiens neandertalensis) [38] и, около 160 тыс. лет назад – Homo sapiens sapiens или очень близкий вид [39]. Однако, по-видимому, оба не играют пока существенной роли в планетарной системе (избыточное разнообразие).

10. *Мустье (культурная революция неандертальцев)* – 150–100 тыс. лет назад [3, 40]. Лидером планетарной системы становится неандерталец. Каменные и костяные орудия тонкой обработки – скребла, остроконечники, свёрла, ножи. Жилища из костей мамонта и шкур. Захоронение мёртвых (примитивные религии). Homo sapiens sapiens по-прежнему не играет существенной роли в планетарной системе [3].

11. *Верхнепалеолитическая революция (культурная революция кроманьонцев)* – 40 тыс. лет назад [3,12]. Вымирают неандертальцы, носителем культуры становится человек современного вида Homo sapiens sapiens. Многократно возросла продуктивность использования каменного сырья, заметно усовершенствовались знаковые системы коммуникации. Широкое развитие охотничьей автоматики (копья, ловушки, в конце периода – луки), широкое распространение искусства (наскальные рисунки).

12. *Неолитическая революция* – 12000–9000 лет назад [3, 12]. В конце верхнего палеолита развитие охотничьих технологий привело к истреблению популяций и целых видов животных, что подорвало пищевые ресурсы палеолитического общества, и привело к ужесточению межплеменной конкуренции и глубокому демографическому спаду. Ответом на кризис был переход от присваивающего (охота, собирательство) к производящему (земледелие, скотоводство) хозяйству и смена нормативного геноцида зачаточными формами коллективной эксплуатации [3]. Уже в неолите появляются предки городов, такие, как Чатал-Хююка (6-7 тыс. до н. э.), Иерихон (7 тыс. до н. э.), [12]. Однако на этом этапе они ещё не являются существенным системообразующим фактором [12] (избыточное многообразие).

13. *Городская революция, начало древнего мира* – 4000–3000 лет до н. э. [3,12]. Массовое распространение крупных человеческих агломераций, возникновение письменности и первых правовых документов, настоящей бюрократии и классового общества, возникновение ремёсел. Революция последовала за распространением бронзовых орудий, демографическим взрывом и обострением конкуренции за плодородные земли. Цивилизация перешла в фазу «войны всех со всеми». К концу IV – началу III тысячелетия до н. э. в Месопотамии исчезают мелкие населённые пункты и практически всё население вынуждено скрыться за стенами городов. Видимо, в значительной степени Городская революция была следствием нарушения техно-гуманитарного баланса, вызванного появлением оружия из бронзы.

14. *Железный век, эпоха империй, революция Осевого времени* – 800–500 лет до н. э. [3, 12, 41, 42]. Возникновение технологии получения железа около 1000–900 года до н. э. привело к тому, что оружие стало намного более дешёвым, легким и эффективным. Следствием этого стало крайнее кровопролитие в войнах. Ответом на этот кризис техно-гуманитарного баланса было, во-первых, объединение мелких государств в более крупные образования – империи, и, во-вторых, авторитарное мифологическое мышление стало вытесняться личностным, возникли представления о личности как суверенном носителе морального выбора. Это привело к практически одновременному появлению в разных местах Земли мыслителей и полководцев нового типа – Заратустра, иудейские пророки, Сократ, Будда, Конфуций [41] и др., и к культурному взрыву античности [42].

15. *Гибель древнего мира, начало средневековья* – 400–630 год (здесь и далее новой эры) [12]. Мы условно связываем начало перехода с деятельностью Святого Августина и осуждением пелагианства на Карфагенском соборе в 417 году, что означало конец эллинистической философии [43], а конец перехода – с деятельностью пророка Мухаммеда (570-632). Основное содержание перехода состоит в кризисе и гибели Римской империи с последующим распространением феодальных государств и княжеств под ведущей ролью мировых тоталитарных религий (но, конечно, не сводится только к этому). Как пишет И. М. Дьяконов [12], «этические нормы превращаются в этические догмы». Здесь возникает вопрос, можно ли считать начало средневековья революцией в смысле наличия прогрессивного скачка в планетарной системе. Не вызывает сомнений, что это событие является, как минимум, границей смены существенно различных фаз в развитии цивилизации. Поэтому оно является революцией в обобщённом смысле, если под революцией понимать любой фазовый переход. И. М. Дьяконов [12], выделяя средневековье как отдельную фазу развития цивилизации, характеризует её как *«… шаг истории дальше, но не “ввысь”»*. Однако, на наш взгляд, такая характеристика не является вполне очевидной. Во-первых, некоторые формальные признаки прогрессивной революции имеют место. Так, тяжёлый демографический спад первой половины первого тысячелетия н. э. сменяется демографическим подъёмом [13], что обычно является признаком преодоления цивилизационного кризиса. Во-вторых, возникший феномен тоталитарных религий, в виде, главным образом, христианства и ислама, является существеннейшим структурообразующим фактором цивилизации вплоть до нашего времени. Это трудно отрицать. Недаром в фундаментальной монографии по философии [43] начало средневековья охарактеризовано как «Духовная революция Библейского послания». Кроме того, средневековье в культурном поле породило такие титанические фигуры, как Бируни, Аль-Хорезми, Святой Августин, Фома Аквинский, Данте Алигьери, Пьер Абеляр, Уильям Оккам. Возможно, тоталитарные религии были существенным, и, на определённом этапе развития, необходимым интегрирующим фактором человеческой цивилизации и культуры. Эта точка зрения представлена в книге Е. Д. Яхнина [44]. Так что отсутствие прогрессивной составляющей в распространении тоталитарных мировых религий не является очевидным. Можно также отметить, что христианство не сразу после своего возникновения стало существенным системообразующим фактором, что можно рассматривать как проявление механизма избыточного внутреннего разнообразия, характерного для преодоления цивилизационных и вообще эволюционных кризисов.

16. *Первая промышленная революция* – 1450–1550 год [3, 12, 13]. Начало так называемого «Нового времени». В терминологии И. М. Дьяконова [12] – начало стабильно-абсолютистского постсредневековья. Возникновение промышленного производства (мануфактуры), Великие географические открытия, возникновение книгопечатания и культурный переворот нового времени.

17. *Вторая промышленная революция* – 1830–1840 год [12, 13]. Возникновение механизированного производства, эпоха пара и электричества. Начало глобализации в области информации – в 1831 году изобретён телеграф. В культурной области начинает формироваться устойчивое негативное отношение к войне как к средству решения политических вопросов (Л. Н. Толстой и др.) – изменение уровня техно-гуманитарного баланса.

18. *Информационная революция* – 1950 год [3, 12, 13]. Переход промышленно развитых стран в постиндустриальную эпоху, когда большая часть населения занята не в материальном производстве, а в сфере обслуживания и в переработке информации. Распространение компьютеров и автоматизированных баз данных. Войны между промышленно развитыми супердержавами вытесняются в виртуальную область, принимая форму холодной войны (изменение уровня техно-гуманитарного баланса).

19. *Кризис и распад социалистического лагеря, информационная глобализация* – 1991 год. Распад мировой системы тоталитарной плановой экономики, резкое снижение уровня глобального военного противостояния, становление мировой сети Интернет, означающее завершение

информационной глобализации. Распад соц. лагеря и становление мировой сети, по нашему мнению, не являются независимыми событиями. Первое в значительной степени является следствием информационной глобализации, второе – самым заметным её проявлением. Система тоталитарной плановой экономики не только оказалась экономически несостоятельной в постиндустриальном мире, но и не устояла против Горбачёвской гласности, неразрывно связанной с общей тенденцией роста информационной открытости общества в планетарном масштабе. Можно также вспомнить роль только что возникшего Интернета в событиях 1991 года – значительная часть информации уходила за границу именно по этому каналу. Резкое снижение уровня военного противостояния в мире есть изменение уровня техно-гуманитарного баланса в планетарном масштабе, так как именно таков масштаб возможной ядерной катастрофы. 19-я революция не является общепринятой, но, как будет видно, по некоторым чисто формальным признакам имеет тот же статус, что и предыдущие.

Таков полный список событий, которые ниже будут трактоваться как планетарные революции. Мы далеки от мысли, что с вопросом о составе этого списка имеется полная ясность. Разные точки установлены с разной степенью надёжности. Дадим некоторые комментарии.

При выборе точек фазовых переходов начиная с верхнего палеолита, мы ориентировались в основном на книгу И. М. Дьяконова [12] («восемь ступеней» Дьяконова). Его анализ подтверждается по большинству пунктов другими данными [3, 13], и в целом кажется нам весьма убедительным. Надо отметить, что И. М. Дьяконов не выделяет в отдельные фазы мезолит (иначе – протонеолит), как переходный период от верхнего палеолита к неолиту, и верхний раздел неолита – энеолит (иначе – хальколит, или медный век). Нам кажется это оправданным, так как эти границы означают скорее некоторые вехи в экстенсивном росте уровня производства, чем существенные структурные перестройки цивилизации. Смена присваивающего хозяйства производящим (неолит), и, затем, образование государственных структур (городская революция) – структурные перестройки качественно более глубокого уровня.

Можно отметить, что мезолит и энеолит несколько напоминают так называемые системы или периоды внутри геологических эр. Мезозой делится на Триасовую, Юрскую и Меловую системы; Палеозой делится на системы Кембрий, Ордовик, Силур, Девон, Карбон и Пермь [26]. Хотя системы и связаны часто с вполне заметными изменениями в фауне, практически единодушно признается, что изменения на границе систем качественно менее выражены, чем изменения на границах геологических эр (Кембрийский взрыв, революция пресмыкающихся, революция млекопитающих).

Наиболее проблемным фрагментом списка революций является, по нашему мнению, связка Шелль-Ашель. Поясним, как был сделан выбор дат для этих проблемных точек. Для границ эпох Шелль и Ашель в качестве граничных точек были выбраны нижние значения по данным БСЭ: то есть 700 и 400 тыс. лет назад, соответственно. Тем не менее, из-за сильной неравномерности развития уровня производства, проблема датировки и даже количества фазовых переходов явно остаётся. Наличие хотя бы одного существенного фазового перехода в промежутке между Олдуваем и Мустье почти очевидно, столь велико различие между культурами Homo habilis и Homo sapiens neandertalensis. Может быть, более адекватным было бы деление предыстории человечества на основании последовательности Homo habilis – Homo erectus – Homo sapiens neandertalensis – Homo sapiens sapiens и связанных с ними культур. Заметим, что в этом случае число фазовых переходов получается на единицу меньше, чем в традиционной схеме, что, однако, не может качественно изменить выводов, о которых пойдёт речь в следующих разделах.

Масштабная инвариантность последовательности планетарных революций

Нетрудно видеть, что длительности исторических эпох (промежутков времени между фазовыми переходами) последовательно сокращаются. Это явление есть проявление хорошо известного эффекта «ускорения исторического времени». Ускорение исторического времени имеет несколько разных проявлений, и проследить за последовательностью планетарных

революций – есть один из способов придать этому представлению количественную форму. Некоторые другие способы будут упомянуты ниже.

Оказывается, промежутки между революциями не просто сокращаются, но последовательно сокращаются в среднем в одной пропорции, порождая сходящуюся геометрическую прогрессию. Это даёт последовательность точек, обладающую свойством, близким к *масштабной инвариантности*. Это означает просто, что разные участки последовательности (в некотором приближении) могут быть получены друг из друга простым сжатием или растяжением. Как это ни удивительно, масштабная инвариантность охватывает не только весь период человеческой истории или, отдельно, фазовые переходы биосферы, но всю эволюцию планетарной системы длительностью около 4-х млрд. лет, включая чисто биологическую и, затем, социальную эволюцию, как нечто единое. Социальная история оказывается гладким масштабно-инвариантным продолжением биологической эволюции.

Мы опускаем детали методики количественного исследования последовательности точек фазовых переходов, отсылая читателя к нашей статье [45]. Здесь отметим, что с помощью несложной математической процедуры было найдено, что каждая последующая фаза эволюции планетарной системы в среднем в $a = 2{,}67 \pm 0{,}15$ раз короче предыдущей. Режим масштабно-инвариантного ускорения приводит к неожиданному, но, по-видимому, совершенно неотвратимому выводу: так, как эволюция протекала в течение 4-х миллиардов лет, с момента возникновения жизни и до наших дней, она может продолжаться лишь конечное время, причём мы вплотную подошли к точке окончания масштабно-инвариантной планетарной истории.

Поясним суть явления на простом примере. Предположим, длительность первой фазы некоторого процесса равна единице, и каждая последующая фаза короче предыдущей в два раза. Тогда вторая фаза закончится в момент времени $1 + 1/2 = 1{,}5$, третья фаза закончится в момент $1{,}5+0{,}5/2 = 1{,}75$, третья в момент $1{,}75 + 0{,}25/2 = 1{,}875$ и так далее. Но – сколько бы в процессе ни было фаз, ни одна из них не закончится позже момента времени 2; двойка является пределом последовательности точек фазовых переходов такого процесса. Да и весь процесс с таким режимом ускорения обязан завершиться к моменту времени 2. То же самое имеет место и в случае реальной планетарной эволюции, с той только разницей, что длительность первой фазы была 2,5 млрд. лет, а каждая последующая короче предыдущей не в два, а – в среднем – в 2,67 раза.

На существование предела последовательности фазовых переходов человеческой цивилизации обратил внимание И. М. Дьяконов, и он был им назван *точкой сингулярности* [12, стр. 352]. Мы видим, что эта сингулярность относится не только к человеческой истории, но и ко всей планетарной эволюции, так как всю её охватывает масштабная инвариантность. Длительность фаз развития вблизи сингулярности должна стремиться к нулю, а количество переходов в единицу времени – к бесконечности. Как реально растёт плотность планетарных революций, показано на рис. 1. Непосредственно видно, как скорость эволюции уходит в бесконечность вдоль вертикальной асимптоты. Численный анализ (экстраполяция последовательности фазовых переходов) показывает [45], что ожидаемая точка сингулярности лежит в 2015 году с ошибкой в 15-20 лет – то есть в ближайшем будущем, либо даже в настоящем.

Формулировка полученного результата такова. *Среди всех планетарных событий имеется последовательность событий, отличающихся особенной глубиной перестройки планетарной системы, и именно эти события образуют последовательность, обладающую свойством масштабной инвариантности. Этот результат устойчив относительно имеющейся неопределённости в датировке этих событий. Предел последовательности приходится на 2000–2030 год.*

Следует заметить, что вывод о масштабной инвариантности последовательности фазовых переходов и математическая формула, описывающая такую последовательность, не представляют собой «теорию эволюции». Это есть лишь феноменологическое описание определённой последовательности экспериментальных фактов. Такое описание не может иметь силы доказательства для предсказания отдалённого будущего, но является вполне серьёзной основой для выдвижения и обсуждения гипотез. Некоторые такие гипотезы будут рассмотрены в следующем разделе.

В то время как наше описание эволюции надо рассматривать как чисто феноменологическое, существует динамическая теория, объясняющая ускоряющийся темп эволюции биосферы и общества. Это динамически-стратегическая теория (dynamic-strategy theory) Г. Д. Снукса [5-7]. Суть теории состоит в том, что как генетические изменения, так и изменения в технологии есть такие процессы, в которых выход одной парадигмы является входом следующей, что порождает эффект положительной обратной связи, который и приводит к ускорению. Эта теория есть теория «объяснительного» или, в терминологии её автора «экзистенциального» типа, но не дедуктивная количественная теория. Она, в частности, не может количественно предсказать темп ускорения эволюции. Но, эта теория поддерживает наши феноменологические результаты.

Идея ускорения эволюции в масштабно-инвариантном режиме не нова. Следует отметить, что уже Г. Д. Снукс, анализируя биосферные изменения, в 1996 году предложил фактор ускорения, равный 3, для длительностей рассматриваемых им «волн жизни» и интенсивности этих волн, выраженной в терминах генерируемой ими биомассы [6,стр. 79]. Фактор 3 близок к полученной нами оценке 2,67±0,15.

На масштабную инвариантность последовательности исторических эпох, начиная с верхнего палеолита до наших дней, и, как уже упоминалось выше, на существование сингулярности истории, указывал И. М. Дьяконов [12, стр. 352], не давая, однако, явной оценки фактора ускорения и положения точки сингулярности. В работе С. П. Капицы [13] вывод о масштабной инвариантности последовательности исторических эпох был распространён на всю историю человечества, начиная с возникновения гоминид, и для фактора ускорения предложено значение 2,5–3,0.

Вывод о существовании точки сингулярности истории делался также на основании закона роста населения земного шара [46, 13]. Население длительное время росло по гиперболе, и если закон роста не изменится, то гипербола должна обратиться в бесконечность в районе 2025–2030 года. Практически та же дата, что и в нашем анализе (2015 год) получается из совершенно других соображений.

А. Е. Чучина-Русов [14, стр. 361-374], в основу анализа положил последовательность «культурно-экологических формаций». Выделяя четыре такие формации (начиная примерно с времени верхнего палеолита) с соотношением длительностей $10^4:10^3:10^2:10^1$ Чучин-Русов приходит к существованию предела этой последовательности вблизи 2015 года, который назван им «точкой схождения». Всё та же дата получается уже третьим независимым способом, причём метод Чучина-Русова вместе с методом «планетарных революций» и методом «населения Земли» наводит на мысль, что способ выбора масштабно-инвариантной системы меток, по которым можно проследить за ускорением исторического времени, или, вообще, за темпом эволюции, далеко не единственен.

Анализ периодичности планетарной эволюции в рамках масштабно-инвариантной последовательности фазовых переходов имеется также в книге [15], однако подход отличается от нашего. Во-первых, анализ, хотя и начинается, фактически, с момента возникновения жизни (в работах [15] это событие отнесено на 4,2 млрд. лет назад), но не доводится до точки сингулярности, а обрывается примерно на времени неолитической революции (по данным [15] около 9,5 тыс. лет назад). Во-вторых, в модель априорно вносится показатель ускорения времени эволюции, точно равный числу $e \sim 2{,}718$. Точки фазовых переходов интерпретируются не как биосферные или социальные революции, а как геологические и климатические события. В такой модели не совсем понятно, какой смысл могла бы иметь точка сингулярности (которая неотвратимо появляется и в этой модели, но игнорируется её авторами). Тем не менее, последовательность фазовых переходов, которые приводят авторы [15], с разумной точностью повторяет последовательность выделенных нами революций (кроме точек поздней социальной истории, которые в [15] не рассматриваются). Объясняется это тем, что экспериментальное значение $a = 2{,}67$ действительно очень близко к числу e.

Идеологически близка к настоящему исследованию также работа С. Н. Гринченко [16]. В ней строится периодизация процесса эволюции на основе масштабно-инвариантной по времени последовательности ступеней формирования «механизмов системной памяти». Причём здесь анализ охватывает всю планетарную эволюцию и последовательно доводится до констатации существования точки сингулярности и вычисления её положения.

Этот анализ, возможно, указывает на возможность выбора системы маркеров скорости эволюции, связанной с механизмами системной памяти, но, по нашему мнению, его конкретная реализация в [16] вызывает вопросы. В анализ искусственно вводится априорно заданный коэффициент ускорения эволюции, который постулируется равным e^e=15,15…. Уже отличие такого априорного выбора от выбора работы [15] говорит о том, что он далеко не очевиден. Далее, в работе [16] выбираются две реперные точки, одна из которых относится к изобретению книгопечатания (1445 год), а другая – к изобретению электронной памяти компьютера (1946 год), а все другие фазы развития системной памяти получаются из этого интервала масштабным преобразованием с коэффициентом $(e^e)^n$. Такой подход сразу вызывает возражение, так как по непонятным причинам игнорируются такие существенные этапы развития системной памяти, как, например, запись изображений (фотография, 1840-е годы), запись звука и кино (конец 19-го столетия) в аналоговой форме. Эти события имели значение не меньшее, чем изобретение книгопечатания, при этом аналоговая память аудио-видео информации качественно отличается как от тиражирования информации путем печати текста, так и от цифровой памяти компьютера. Однако, основная идея, использованная в работе [16], близка к подходу, использованному и в настоящей статье, и кажется интересной. Точка сингулярности по оценке С. Н. Гринченко падает на 1981 год, что не так уж сильно отличается от нашего значения (2015 год).

Возможно, каждый из упомянутых методов, приводящих к представлению о масштабной инвариантности эволюции или к существованию точки сингулярности, не является абсолютно убедительным. Но то, что к очень близким выводам независимо приходят разные авторы, исходя из весьма различных соображений, заставляет рассматривать вывод о масштабной инвариантности эволюции и существовании точки сингулярности как достаточно вероятный.

Одно замечание в заключение этого раздела. Как уже отмечалось, 19-я революция (распад мировой системы тоталитарной плановой экономики) не является общепринятой, поэтому не использовалась при получении приведенных выше численных результатов. Но любопытно, что это событие почти идеально ложится на экстраполяцию автомодельной зависимости: 1950 + (1950 – 1835)/2,67 ~ 1993. Это указывает на то, что события 1985-1991 гг. вполне могут иметь статус планетарной революции, и полученные результаты обладают определённой предсказательной силой.

Что за сингулярностью?

Можно сказать, что, несмотря на кризисный характер, вся предшествующая история планетарной системы следует единственному гладкому аттрактору, характеризующемуся масштабно-инвариантным ускорением исторического времени. Понятие аттрактора обычно определяется как траектория в пространстве состояний системы, к которой притягиваются все реальные траектории [47, стр. 13]. Здесь понятие аттрактора имеет именно этот смысл. Планетарная система ведет себя так, как будто после возмущений она всегда стремится вернуться к масштабно-инвариантному режиму эволюции с показателем ускорения a ~ 2,67. Аттрактором истории является идеальная масштабно-инвариантная последовательность точек, вокруг которой флуктуируют точки реальных революций. Очевидно, мы находимся в непосредственной близости от сингулярности аттрактора истории. Что это означает?

Реально, конечно, эволюция не может приблизиться вплотную к точке сингулярности, так как ситуация, когда последовательные фазовые переходы разделяют дни или часы, не имеет смысла. Сингулярность истории – математический артефакт. Но, тем не менее, очевидно, что и в масштабно-инвариантном режиме эволюция не может продолжаться бесконечно долго. Это может означать только одно: масштабная инвариантность эволюции неизбежно должна быть каким-то образом нарушена. Так как сингулярность предсказывается уже около 2015 года, можно с уверенностью сказать, что время масштабно-инвариантной истории уже истекло или истекает в ближайшем будущем. Уже в настоящем нужно искать признаки нарушения былого ускорения истории.

Как уже отмечалось во Введении, человечество в настоящее время находится в предкризисном состоянии. По многим параметрам надвигающийся кризис напоминает те, что уже случались раньше. Имеет место исчерпание ресурсов на данном уровне развития системы и

экологический кризис, фактически – уничтожение среды обитания. Но это случалось и раньше – достаточно вспомнить кислородный кризис, приведший к неопротерозойской революции или ресурсный кризис верхнего палеолита, приведший к неолитической революции. Неуправляемая волна терроризма является выражением кризиса техно-гуманитарного баланса, что напоминает ситуацию накануне городской революции. Однако очевидно, что на этот раз развитие кризиса по времени приблизительно совпадает со временем завершения всего масштабно-инвариантного аттрактора планетарной эволюции. Поэтому приближающийся эволюционный кризис, по всей видимости – это не обычный эволюционный кризис, каких было много в истории планетарной системы, – это кризис всего четырёхмиллиардолетнего эволюционного пути. Можно сказать, что это кризис самого предшествующего кризисного характера эволюции, кризис кризисов. Трудно делать отдалённые детальные прогнозы развития цивилизации, но одно предсказание выглядит совершенно неизбежным: *в обозримом будущем эффекта масштабно-инвариантного ускорения исторического времени, выраженного в терминах последовательности фазовых переходов, больше не будет, так как мы уже находимся вблизи точки, в которой эта скорость должна была бы быть формально бесконечна.*

Аттрактор эволюции имеет до такой степени неслучайный вид, что разумно предположить, что он связан с очень фундаментальными механизмами эволюции (что подтверждается идеями Г. Д. Снукса [5-7]). Отсюда следует, что вместе с концом масштабно-инвариантного аттрактора весь характер эволюции планетарной системы, включая, быть может, и её движущие силы, должен глубочайшим образом измениться. История должна пройти через точку сингулярности и пойти по совершенно новому руслу. Наш феноменологический анализ не даёт возможности предсказать, что это будет за путь. Такой анализ предсказывает не столько, что будет, сколько даёт некоторые ограничения на все возможные предсказания в том смысле, что он указывает, чего не может быть – не может быть дальнейшего экспоненциального ускорения эволюции.

Однако, получив столь фундаментальное ограничение на отдалённое будущее, трудно удержаться от искушения попытаться заглянуть за точку сингулярности и постараться понять, что же собой может представлять *постсингулярная цивилизация*. По необходимости, такой анализ будет в весьма высокой степени спекулятивным.

Можно предположить, что либо характер следования фазовых переходов существенно изменится, либо изменения будут ещё более глубокими, и само понятие фазового перехода или революции утратит свой современный смысл. Важно отметить, что *проход через точку сингулярности ни в коем случае не означает неминуемую катастрофу для человечества.* Это означает только, что цивилизация входит в новый рукав истории. Скорее всего, точка кризиса глобального аттрактора истории является и точкой бифуркации – возможны разные результаты преодоления точки сингулярности и возможны разные траектории развития в постсингулярной стадии. От деталей поведения цивилизации зависит, что это будет за траектория. Глобальная катастрофа, к сожалению, остаётся одной из возможностей.

Существенно, что из-за процессов глобализации надвигающийся системный кризис, связанный с проходом через сингулярность, человеческая цивилизация вынуждена будет преодолевать как единое целое. Либо она как единая система его преодолеет, либо ее ждет глобальная катастрофа. Это существенно отличает механизм преодоления кризиса сингулярности от предыдущих цивилизационных кризисов. Тогда эволюция всегда имела возможность принести в жертву недостаточно гибкие подсистемы цивилизации, и, воспользовавшись избыточным разнообразием, передать лидерство более удачливым подсистемам. Можно сказать, что с достижением точки сингулярности уровень отбора переносится с внутрипланетарного на галактический, и с этого момента начинается заочная конкуренция Земли с другими космическими цивилизациями. Здесь не идёт речь о прямых столкновениях цивилизаций, но будущую (или уже существующую?) галактическую культурную среду (если такая вообще возможна) формируют те космические цивилизации, которые сумели пройти отбор точки сингулярности.

Признаки того, что эволюция (на Земле) уже пошла необычным путём, имеются. Одним из наиболее замечательных явлений этого рода является полное завершение демографического перехода в постиндустриальных странах [13]. Всё живое всегда характеризовалось стремлением к неограниченной количественной экспансии при наличии соответствующих условий.

И вот впервые этот закон нарушен. В развитых странах население стабилизировалось *в условиях материального изобилия!* Физические факторы, ограничивающие рост населения, отсутствуют, но население не растёт. Пик демографического перехода пройден и в планетарном масштабе, так что дело идёт к глобальной стабилизации населения Земного шара. Видимо, стремление к количественному росту начинает сменяться стремлением к росту качественному, что, возможно, является указанием на наличие тенденции перехода от экстенсивного пути развития цивилизации, а, вместе с ней – и всей планетарной системы, к *интенсивному*.

Весьма показательным признаком торможения чисто экстенсивной динамики цивилизации является, по нашему мнению, характер реализации космических программ. Прогнозы 70-х годов 20-го века по развитию космической техники и освоению космического пространства на период до 2000 года оказались чрезвычайно завышенными, и намечающиеся *планы* остались нереализованными. Вот только некоторые примеры. В 1974 г. известный специалист К. Эрике, занятый в космической программе США, заявлял, что после 1985 г. будет введена в строй орбитальная космическая станция на 25–100 человек [48, стр. 37]. Другой пример. В начале 1970-х годов к 2000 году предполагалось ввести в строй космическую солнечную электростанцию на стационарной орбите со сроком эксплуатации 30 лет, мощностью 5 млн. кВт, с площадью солнечных батарей 45 *км*^{2}. Масса сооружения должна была составить 9570 *т.*, получаемая энергия должна была транспортироваться на Землю с помощью микроволнового излучения. При этом уже в 1990–1992 гг. предполагался монтаж прототипа станции на низкой орбите для опытов дискретной передачи энергии и создание прототипа станции на стационарной орбите в 1997 году [48, стр. 37-38]. Я, хоть и был тогда подростком, прекрасно помню выпуски журналов “Америка” начала семидесятых годов, в которых пропагандировалась американская космическая программа. Марсианская экспедиция к концу 1990-х с использованием ядерных ракетных двигателей, лунные программы… Какие были ожидания! И ядерные двигатели для межпланетных перелётов даже были созданы [49, стр. 34-37], но так и не были использованы. Частично причиной сворачивания космических программ было то, что они оказались заметно дороже, чем это предполагалось. Это выяснилось при реализации проекта американского корабля многоразового пользования. Однако важно отметить, что все эти программы отнюдь не были фантастикой, они были хорошо технически обоснованы и при сохранении предполагавшегося уровня финансирования значительная часть программ была бы реализована. Но динамика общества резко изменилась, и программы не были востребованы. Программы были основаны на линейной экстраполяции темпов технического развития 50-х–60-х годов, и потому оказались несостоятельными. Показательно, что общественное сознание практически не заметило краха всех этих космических надежд. А ведь космическая техника – важнейшая компонента современной цивилизации! Это говорит о глубоких изменениях в общественном сознании в последней четверти 20-го века.

Распространенная точка зрения, что проблемы экстенсивного технологического взрыва, роста населения, исчерпания невосполнимых ресурсов можно преодолеть за счёт продолжения экстенсивного развития в космос, видимо совершенно неосновательна даже независимо от того, что человечество теряет интерес к освоению космического пространства. Неосновательна же она главным образом потому, что времени на подготовку очень масштабного выхода в космос в течение технологического взрыва (несколько десятков лет), видимо, принципиально не хватает [50]. За такое короткое время просто физически невозможно аккумулировать достаточное количество ресурсов. Другим известным аргументом против чисто экстенсивного броска в космос является то, что при любой разумной постоянной времени экстенсивного роста даже галактических ресурсов не хватит уже через несколько тысяч лет такой экспансии [51, 50]. Игра не стоит свеч, как написал по этому поводу Г. М. Идлис [51]. Возможно, существуют и более тонкие причины, которые могут препятствовать масштабной космической экспансии. Например, космо-этические или космо-экологические соображения [52]. Экстенсивный рост цивилизации без выхода за пределы Земли, связанный с наращиванием энергетических ресурсов, тоже невозможен, так как это очень быстро приведёт к перегреву атмосферы. Таким образом, так или иначе, если цивилизация намерена пережить точку сингулярности, то на какое-то, возможно весьма длительное, время после завершения масштабно-инвариантного исторического аттрактора она должна обеспечить себе стабильное существование на Земле без надежды на скорую космическую экспансию. Если масштабная космическая экспансия и возможна, то она не будет продолжением

технологического взрыва, завершающего аттрактор, и произойдёт на совершенно иной эволюционной основе, в постсингулярном цикле эволюции. Поэтому остаётся предположить, что экстенсивное развитие цивилизации, которое и позволяло следовать масштабно-инвариантному аттрактору, должно смениться некоторой формой интенсивного развития, развития вглубь, характеризующемуся неизменными или падающими темпами развития.

Хотелось бы предостеречь от упрощённого понимания «стабилизации» цивилизации в постсингулярной стадии. Постсингулярное общество не может быть и не будет обществом всеобщего благополучия и благоденствия. Так, например, невозможно отменить действие чисто физиологических механизмов агрессии. Даже если бы это было возможно, ни в коем случае нельзя было бы это делать, так как агрессия является важнейшей составляющей творческой активности человека. Нет сомнения, что и помимо проявления естественной агрессивности всегда найдётся множество причин, приводящих к противоречиям и кризисам. Некоторые вероятные проблемы постсингулярной цивилизации и пути их решения рассматривались нами в статье [52].

Альтернативой интенсивному пути развития, как нам представляется, является либо распад цивилизации, либо путь развития, который в настоящее время следовало бы назвать *парадоксальным*, то есть такой путь, который связан с очень существенным выходом за пределы современной научной парадигмы. Мы воздержимся от обсуждения парадоксальных сценариев.

Автор выражает благодарность Л. М. Гиндилису, В. В. Казютинскому, А. П. Назаретяну и Г. Д. Снуксу за полезное обсуждение и поддержку настоящей работы, а также всем тем, чья конструктивная критика и заинтересованность немало способствовали улучшению работы.

Литература

[1] Н. Н. Моисеев. Современный антропогенез и цивилизационные разломы. Эколого-политологический анализ. В кн. *Избранные труды. Междисциплинарные исследования глобальных проблем. Публицистика и общественные проблемы*, С. 78-122. Тайдекс Ко, Москва, 2003.

[2] Akop P. Nazaretian. Power and wisdom: Toward a history of social behavior. *Journal of the Theory of Social Behaviour*, Т. 33(4), С. 405-425, 2003.

[3] А. П. Назаретян. *Цивилизационные кризисы в контексте Универсальной истории. Издание второе, переработанное и дополненное*. Мир, Москва, 2004.

[4] А. П. Назаретян. *Цивилизационные кризисы в контексте Универсальной истории*. ПЕР СЭ, Москва, 2001.

[5] Graeme Donald Snooks. *The dynamic society. Exploring the source of global change*. Routledge, London and New York, 1996.

[6] Graeme Donald Snooks. Uncovering the laws in Global history. *Social Evolution & History*, V. 1(1), С. 25-53, 2002.

[7] Graeme Donald Snooks. *The collapse of darwinism or the rise of a realists theory of life*. Lexington books, Lanham, Boulder, New York, Oxford, 2003.

[8] Э. М. Галимов. *Феномен жизни: между равновесием и нелинейностью. Происхождение и принципы эволюции*. УРСС, Москва, 2001.

[9] С. Г. Неручев. Периодичность крупных геологических и биологических событий фанерозоя. *Геология и геофизика*, 40(4), С. 493-511, 1999.

[10] А. Д. Панов. Галактический “сверхразум” и программа SETI. *Земля и Вселенная*, № 3, С. 88-93, 2003.

[11] А. Д. Панов. Разум как промежуточное звено эволюции материи и программа SETI. *Философские науки*, № 9, С. 126-144, 2003.

[12] И. М. Дьяконов. *Пути истории. От древнейшего человека до наших дней*. - Восточная литература, Москва, 1994.

[13] С. П. Капица. Феноменологическая теория роста населения Земли. *УФН*, Т. 166(1), С. 63-80, 1996.

[14] А. Е. Чучин-Русов. *Единое поле мировой культуры. Кижли-концепция. Кн. 1. Теория единого поля.* Прогресс-Традиция, Москва, 2002.

[15]А. В. Жирмунский, В. И. Кузьмин. *Критические уровни в процессах развития биологических систем*. - Наука, Москва, 1982.

[16] С. Н. Гринченко. Социальная метаэволюция человечества как последовательность шагов формирования механизмов его системной памяти. *Электронный журнал «Исследовано в России», zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2001/145.pdf*, С. 1652-1681, 2001.

[17] L. E. Orgel. The origin of life – How long did it take? *Origins Life Evol. Biosph.*, Т. 28, С. 91-96, 1998.

[18] А. Ю. Розанов, Г. А. Заварзин. Бактериальная палеонтология. *Вестник РАН*, Т. 67(3), С. 241-245, 1997.

[19] А. Ю. Розанов. Ископаемые бактерии, седиментогенез и ранние стадии эволюции биосферы. *Палеонтологический журнал*, № 6, С. 41-49, 2003.

[20] М. А. Федонкин. Сужение геохимического базиса жизни и эвкариотизация биосферы: причинная связь. *Палеонтологический журнал*, № 6, С. 33-40, 2003.

[21] P. D Ward and D. Brownlee. *Rare Earth. Why complex life is uncommon in the Universe*. Copernicus books, New Tork, 2004.

[22] Н. В. Лопатин. Древние биосферы и генезис горючих ископаемых. В кн. *Палеонтология и эволюция биосферы. Труды XXV сессии всесоюзного палеонтологического общества*, С. 46-50. Наука, Ленинград, 1983.

[23] Г. А. Заварзин. Становление системы биогеохимических циклов. *Палеонтологический журнал*, № 6, С. 16-24, 2003.

[24] Б. М. Келлер. Палеозойская группа (эра). В кн. *БСЭ, Т. 19*, С. 106-107. Советская энциклопедия, Москва, 1975.

[25] А. Ю. Розанов. *Что произошло 600 миллионов лет назад*. - Наука, Москва, 1986.

[26] Р. Кэррол. *Палеонтология и эволюция позвоночных.* Т1. - Мир, Москва, 1992.

[27] М. В. Муратов, В. А. Вахрамеев. Мезозойская группа (эра). В кн. *БСЭ, Т. 16*, С. 6-8. Советская энциклопедия, Москва, 1974.

[28] Р. Кэррол. *Палеонтология и эволюция позвоночных. Т2*. - Мир, Москва, 1993.

[29] Е. В. Шанцер. Кайнозойская группа (эра). В кн. *БСЭ, Т. 11*, С. 185-186. Советская энциклопедия, Москва, 1973.

[30] Р. Кэррол. *Палеонтология и эволюция позвоночных. Т3*. - Мир, Москва, 1993.

[31] L. M. Alvares. Extraterrestrial cause for the Cretaceos – tertiary extinction. *Science*, V. 208(4), С. 44-48, 1980.

[32] Д. Кринг, Д. Д. Дурда. День, когда мир был сожжён. *В мире науки*, № 3, С. 56-63, 2004.

[33] Д. Биган. Планета человекообразных. *В мире науки*, № 11, С. 68-77, 2004.

[34] Р. Фоули. *Еще один неповторимый вид*. - Мир, Москва, 1990.

[35] B. Wood. Origin and evolution of the genus *Homo*. *Nature*, V. 355, С. 783-790, 1992.

[36] П. И. Борисковский. Олдовай. В кн. *БСЭ, Т. 18*, С. 369. Советская энциклопедия, Москва, 1974.

[37] Шелльская культура. В кн. *БСЭ, Т. 29*, С. 377. Советская энциклопедия, Москва, 1978.

[38] Ашельская культура. В кн. *БСЭ, Т. 2*, С. 471. Советская энциклопедия, Москва, 1970.

[39] Кейт Вонг. У колыбели Homo sapiens. *В мире науки*, № 11, С. 9-10, 2003.

[40] П. И. Борисковский. Мустьерская культура. В кн. *БСЭ, Т. 17*, page 134. Советская энциклопедия, Москва, 1974.

[41] К. Ясперс. *Смысл и назначение истории*. - Политиздат, Москва, 1991.

[42] А. И. Зайцев. *Из наследия А. И. Зайцева. Т 1. Культурный переворот в Греции VIII-V вв. до н. э.* Филологический факультет Санкт-Петербургского государственного Университета, 2001.

[43] Д. Антисери, Дж. Реале. *Западная философия от истоков до наших дней. Античность, средневековье*. - Пневма, Санкт-Петербург, 2001.

[44] Е. Д. Яхнин. *Люди! Впереди пропасть*. - Тайдекс Ко, Москва, 2002.

[45] А. Д. Панов. Кризис планетарного цикла Универсальной истории. *Общественные Науки и Современность*, № 1, 2005.

[46] И. С. Шкловский. *Вселенная, жизнь, разум*. - Наука, Москва, 1976.

[47] *Физическая энциклопедия. Т. 1*. Советская энциклопедия, Москва, 1988.

[48] В. И. Левантовский. *Транспортные космические системы*. - Знание, Москва, 1976.

[49] И. Г. Паневин, В. И. Прищепа, В. Н. Хазов. *Космические ядерные ракетные двигатели*. - Знание, Москва, 1978.

[50] Л. М. Гиндилис. Модели цивилизаций в проблеме SETI. *Общественные науки и современность*, N1, С. 115-123, 2000.

[51] Г. М. Идлис. Закономерности развития космических цивилизаций. В кн. *Проблемы поиска внеземных цивилизаций*, С. 210-225. Наука, Москва, 1981.

[52] А. Д. Панов. Кризис планетарного цикла Универсальной истории и возможная роль программы SETI в посткризисном развитии. http://lnfm1.sai.msu.ru/SETI/koi/articles/krizis.html, 2003.

Исходное место публикации: http://www.noogen.su/singular.htm

Москва, 2005 г.

Панов Александр Дмитриевич, – В 1982 году закончил физический факультет Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова. В настоящее время старший научный сотрудник Научно-исследовательского института ядерной физики им. Д.В. Скобельцына МГУ (НИИЯФ МГУ), кандидат физико-математических наук. Основные труды относятся к ядерной физике, физике поверхности, квантовой теории измерений и физике космических лучей (более ста статей в отечественной и зарубежной научной печати). С 2002 года принимает участие в работе Научно-культурного центра SETI при Академии космонавтики им. К.Э.Циолковского (НКЦ SETI) и секции "Поиски внеземных цивилизаций" Научного совета по астрономии РАН. Автор более 20 работ, имеющих отношение к универсальному эволюционизму и проблеме поиска внеземного разума http://alpha.sinp.msu.ru/~panov/

E-mail: panov@dec1.sinp.msu.ru