

Кризис планетарного цикла Универсальной истории и возможная роль программы SETI в посткризисном развитии

**А. Д. Панов
НИИЯФ МГУ, г. Москва**

О будущем мы знаем сколько-нибудь достоверно лишь одно: оно совершенно не совпадает с любыми нашими представлениями о нем.

Б. Стругацкий

1. Введение. Синергетическая модель истории.

С точки зрения программы SETI важно знать, что собой могут представлять космические цивилизации, на поиски которых нацелена эта программа. От этого очевидным образом зависит стратегия поиска. С точки зрения программы SETI важно также знать, зачем вообще искать инопланетные цивилизации (да и нужно ли). В этой статье дается весьма общий подход к вопросу о том, чем может отличаться высокоразвитая цивилизация от современной земной и рассмотрен один из возможных сценариев развития космических цивилизаций. Этот сценарий оказывается настолько тесно связанным с поиском пути преодоления системного кризиса, в который входит земная цивилизация, что статья могла бы быть иметь подзаголовок "Какое отношение программа SETI может иметь к проблеме выживания человечества?"

Представления, о которых пойдет речь, тесно связаны с моделью эволюции цивилизации, обоснованной А. П. Назаретяном в его книге "Цивилизационные кризисы в контексте Универсальной истории" [1] и других его работах. На эту систему представлений мы будем ссылаться как на *синергетическую модель истории*. Здесь нет возможности сколько-нибудь подробно излагать эту концепцию, но нужно зафиксировать хотя бы самые основные моменты, так как на них будет опираться изложение. По необходимости, концепция приводится с некоторыми упрощениями.

Человеческая цивилизация развивается в основном как единая система. Развитие это хотя и имеет векторный характер, то есть характеризуется закономерным изменением таких параметров, как уровень технологии, величина населения и т. д., но не является гладким. История цивилизации представляет собой последовательность сменяющих друг друга качест-

венно различных фаз или ступеней развития общества. Внутри каждой такой фазы развитие представляет собой, во-первых, экстенсивный рост по некоторым параметрам (население, потребление ресурсов), и, во-вторых, накопление потенциала избыточного внутреннего разнообразия. Под избыточным внутренним разнообразием понимаются формы деятельности или организационные структуры, находящиеся на периферии цивилизации и не играющие существенной системообразующей роли на данном этапе развития. Экстенсивный рост цивилизации приближает эволюционный кризис, когда резервы экстенсивного роста при данном уровне технологии исчерпываются. Деятельность цивилизации так изменяет среду обитания, что это ставит под вопрос устойчивость цивилизации. В этом состоит суть эндогенно-экзогенного механизма кризиса. К кризису может также привести опережающее развитие технологии по сравнению с уровнем культурных регуляторов общества. Кризис может вызвать и сочетание обоих факторов. На вызов эволюционного кризиса цивилизация отвечает распадом подсистем, неспособных дать адекватный ответ на кризис, и переходом на более высокую ступень эволюции подсистем, которые адекватный ответ дать могут. Переход на более высокую ступень развития означает революцию в развитии цивилизации. В таком переходе существенную роль играет избыточное внутреннее разнообразие, накопленное в ходе предыдущей фазы бескризисного развития. Некоторые формы деятельности, не игравшие раньше существенной роли в жизни цивилизации, становятся системообразующими факторами. С точки зрения синергетики и термодинамики, при переходе на более высокую ступень эволюции общество оказывается в состоянии, более далеком от равновесия, чем было до него. Для поддержания такого "устойчивого неравновесия" цивилизация обязана выработать соответствующие компенсирующие механизмы, среди которых важнейшим является совершенствование культурных регуляторов, которые противостоят росту разрушительной силы новых технологий. Те подсистемы цивилизации, которые не в состоянии ответить на кризис выработкой адекватных культурных регуляторов, выбывают из эволюции, выжившие же подсистемы обладают более совершенными культурными регуляторами. В этом заключаются гипотеза техно-гуманитарного баланса. Гипотеза техно-гуманитарного баланса означает, что в ходе исторического развития возникают все более совершенные культурные механизмы сублимации агрессии, что (несколько упрощенно) можно охарактеризовать как гуманизацию человеческого общества. Этот вывод является парадоксальным для обыденного сознания, так как распространенной точкой зрения является представление о непрерывном падении нравов, ностальгия по ушедшему "золотому веку" и т. д. Тем не менее гипотеза техно-гуманитарного баланса подтверждается на обширном историческом материале [1].

- [34] А. Д. Панов. Великое Молчание Космоса как динамический эффект. *Вестник SETI*, №2/19, С. 52-53, 2002.
- [35] А. Д. Панов. Великое Молчание Космоса как динамический эффект. <http://www.astronet.ru/db/msg/117353>, 2002.
- [36] А. Д. Панов. Козволюция космических цивилизаций в больших галактиках. Разум как промежуточное звено эволюции материи во вселенной и программа SETI. <http://Infml.sai.msu.ru/SETI/koi/articles/panov.html>, 2002.
- [37] А. Д. Панов. Разум как промежуточное звено эволюции. <http://www.astronet.ru/db/msg/117354>, 2002.
- [38] А. Д. Панов. Галактический "сверхразум" и программа SETI. *Земля и Вселенная*, №3, С. 88-93, 2003.
- [39] А. Д. Панов. Структурный космологический эволюционизм и программа SETI. *Вестник SETI*, №4/21, С. 3-15, 2003.
- [40] В. А. Лефевр. *Космический субъект*. Ин-квартио, Москва, 1996.
- [41] Под ред. С. А. Каплана. *Проблема СЕТИ (Связь с внеземными цивилизациями)*. Мир, Москва, 1975.
- [42] Б. Н. Пановкин. Информационный обмен между различными высокоорганизованными системами. В: *Проблемы поиска внеземных цивилизаций*, С. 186-196. Наука, Москва, 1981.
- [43] Р. Пенроуз. *Новый ум короля*. УРСС, Москва, 2003.
- [44] W. C. Danchi, D Deming, M. J. Kuchner, S. Seager. Detection of close-in extrasolar giant planets using the Fourier-Kelvin stellar interferometer. [arXiv:astro-ph/0309361](http://arXiv.org/abs/astro-ph/0309361), 2003.

Характерным примером цивилизационного кризиса и последующей революции является неолитическая революция [1, стр. 113]. 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. Оба эти фактора привели к сокращению населения в несколько раз. Ответом на кризис был переход от присваивающего (охота, собирательство) к производящему (земледелие, скотоводство) хозяйству и смена нормативного геноцида зачаточными формами коллективной эксплуатации и своеобразным симбиозом сельскохозяйственных и "воинственных" племен. Роль избыточного внутреннего разнообразия сыграли зачаточные формы земледелия (в ритуальных целях) и, вероятно, опыт общения с ручными животными.

Представления, близкие синергетической модели истории, приложимы не только собственно к истории цивилизации, но и к другим эволюционным процессам – к планетарной Универсальной истории, включающей историю цивилизации как составную часть. Примером досоциального эволюционного кризиса и революции является "кислородная катастрофа" около 1,5 млрд. лет назад [2]. Первыми живыми существами на Земле были анаэробные прокариоты, среди которых важную роль играли цианобактерии (иначе называются сине-зеленые водоросли). Цианобактерии обогатили первоначально восстановительную атмосферу Земли кислородом, который был сильным ядом для анаэробных прокариот. Анаэробные организмы стали вымирать, что видно, в частности, по резкому замедлению процесса накопления горючих ископаемых в этот период. На смену им пришли аэробные формы жизни, которые были представлены в основном эукариотами [3], что придало мощный импульс эволюции жизни на Земле. При этом эукариоты, видимо, возникли задолго до кислородной катастрофы, но существовали на периферии биосферы в виде избыточного внутреннего разнообразия, и только после обогащения атмосферы кислородом стали лидерами эволюции.

2. Кризис и конец планетарного цикла Универсальной истории.

2.1. Кризис глобального исторического аттрактора.

Когда говорят о поиске внеземного разума (проблема SETI), обычно подразумевают либо попытку приема сигналов космической цивилизации, либо наблюдение результатов астроинженерной деятельности (космическое чудо), либо обнаружение следов посещения солнечной системы инопланетными космическими аппаратами или даже самими инопланетянами, либо поиск инопланетных артефактов, попавших в Солнечную систему в качестве космического мусора. В любом случае стратегия поиска основана на предположении, что искомый внеземной разум владеет космическими

технологиями, поэтому проблема SETI подразумевает поиск цивилизаций, которые можно было бы назвать *космотехнологическими*. Земная цивилизация тоже является космотехнологической, но не многие будут настаивать на предположении, что мы сможем найти цивилизацию, в основном подобную нашей. Попытаемся разобраться, в чем может заключаться суть отличий. В качестве отправного пункта исследования будем использовать историю земной цивилизации, предполагая, что нечто подобное должно происходить и с другими цивилизациями.

Современная земная цивилизация находится на пороге тяжелейшего кризиса [4], или, возможно, на пороге целой полосы кризисов. Можно это явление назвать комплексным или системным кризисом. По-видимому под высокоразвитой космотехнологической цивилизацией надо понимать такую цивилизацию, которая, как минимум, преодолела аналогичный кризис. Может быть, удастся понять, чем отличается высокоразвитая цивилизация от нашей, поняв суть кризиса, в который мы входим. Системный кризис характеризуется взрывообразным – экспоненциальным или даже гиперболическим – ростом таких аддитивных параметров цивилизации, как население, производство энергии и потребление невозобновляемых материальных ресурсов. Так как характерное время удвоения для процессов роста составляет всего три-четыре десятка лет, а по некоторым показателям и меньше, то очень скоро развитие в таком темпе неминуемо должно упереться в проблему исчерпания ресурсов. Это сопровождается также чрезвычайным усилением антропогенного давления на окружающую среду и учащающимися экологическими катастрофами антропогенного происхождения. Существуют и проблемы нарушения техно-гуманитарного баланса, например, распространение "знаний массового поражения" в отсутствие адекватных моральных регуляторов, которые сдерживали бы использование таких знаний [1], и это далеко не исчерпывает список острейших проблем.

Согласно синергетической модели истории, развитие земной цивилизации на протяжении сотен тысяч лет двигалось от кризиса к кризису, и, поэтому, может показаться, что в надвигающемся новом кризисе нет ничего особенного. Действительно, он во многом похож на предшествующие эндогенно-экзогенные кризисы. На определенном технологическом уровне приближаются пределы экстенсивного роста цивилизации. Это сопровождается исчерпанием ресурсов и экологическим кризисом, что бывало не раз и, в частности, напоминает упомянутый выше верхнепалеолитический кризис. Опережающее развитие технологий приводит к нарушению техно-гуманитарного баланса (терроризм и т. д.), что так же не ново. Какие же есть основания предполагать, что земную цивилизацию ждут необыкновенно глубокие преобразования в том случае, если она преодолет надвигающийся системный кризис? Может показаться, что речь идет не более чем об очередной цивилизационной революции, каких было немало

- [16] D. S. McKay, E. K. Gibson, K. L. Thomas-Kepra, H. Vali, C. S. Romanek, S. L. Clemmet, X. D. F. Chiller, C. R. Maechling, R. N. Zare. Search for past life on Mars: Possible relic biogenic activity in martian meteorite ALH 84001. *Science*, 273, С. 924-930, 1996.
- [17] E. M. Galimov. On the phenomenon of enrichment of Mars in ^{13}C : A suggestion on the reduced initial atmosphere. *Icarus*, 147, С. 472-476, 2000.
- [18] А. Ю. Розанов Г. А. Заварзин. Бактериальная палеонтология. *Вестник РАН*, 67, №3, С. 241-245, 1997.
- [19] А. В. Архипов. Техногенный компонент межзвездной среды. В: *Труды Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга. Т. 67. ч. II*, С. 163-171. Янус-К, Москва, МГУ, 2001.
- [20] А. А. Сучков. Галактика. В: *Физика космоса: маленькая энциклопедия. Издание второе.*, С. 63-75. Советская Энциклопедия, Москва, 1986.
- [21] H. J. Rocha-Pinto W. J. Maciel. History of the star formation in the local disk from the G dwarf metallicity distribution. arXiv:astro-ph/9705066, 1997.
- [22] В. С. Троицкий. К вопросу о населенности Галактики. *Астрономический журнал*, 58, №5, С. 1121-1130, 1981.
- [23] Л. М. Гиндилис. К методике оценки числа цивилизаций в Галактике. В: *Проблема поиска внеземных цивилизаций*, С. 126-148. Наука, Москва, 1981.
- [24] Л. М. Гиндилис. Модели цивилизаций в проблеме SETI. *Общественные науки и современность*, №1, С. 115-123, 2000.
- [25] Г. М. Идлис. Закономерности развития космических цивилизаций. В: *Проблемы поиска внеземных цивилизаций*, С. 210-225. Наука, Москва, 1981.
- [26] Л. В. Лесков. Модели эволюции космических цивилизаций. *Земля и Вселенная*, №5, С. 59-63, 1983.
- [27] Л. В. Лесков. *Космические цивилизации: проблемы эволюции*. Знание, Москва, 1985.
- [28] Умберто Эко. Когда на сцену приходит Другой. В: *Пять эссе на темы этики*, С. 9-24. Symposium, Санкт-Петербург, 2002.
- [29] Л. М. Гиндилис. Внеземные цивилизации: век двадцатый. *Общественные науки и современность*, №1, С. 138-147, 2001.
- [30] Л. М. Гиндилис. Поиски внеземных цивилизаций – нужны ли они? *Культура и время*, №2, С. 174-183, 2003.
- [31] В. М. Липунов. Научно открываемый бог. *УФН*, 171, №10, С. 1155-1160, 2001.
- [32] В. В. Казютинский. Нужна ли сегодня философия? *Земля и Вселенная*, №3, С. 65-67, 2003.
- [33] Л. В. Шапошникова. Философия космической реальности. *Культура и время*, №2, С. 5-20, 2003.

что возможность проникновения в иные вселенные является пока чисто гипотетической возможностью и находится за пределами современной науки, в то время как обмен информацией по каналам связи вполне реален. Излишне добавлять, что в принципе возможна реализация гибридных сценариев, когда имеет место и "экспансия внутрь", и реализация культурного поля, и какие-то формы сверхцивилизаций с космическими чудесами и так далее.

Автор считает своим приятным долгом выразить благодарность Л. М. Гиндилису, В. В. Казютинскому и А. П. Назаретяну за полезное обсуждение, замечания и поддержку настоящей работы.

Литература

- [1] Назаренян А. П. *Цивилизационные кризисы в контексте Универсальной истории*. ПЕР СЭ, Москва, 2001.
- [2] Н. В. Лопатин. Древние биосферы и генезис горючих ископаемых. В: *Палеонтология и эволюция биосферы. Труды XXV сессии всесоюзного палеонтологического общества*, С. 46-50. Наука, Ленинград, 1983.
- [3] Б. С. Соколов. Органический мир на земле на пути к фанерозойской дифференциации. *Вест. АН СССР*, №1, С. 126-145, 1976.
- [4] Е. Д. Яхнин. *Люди! Впереди пропасть*. Тайдекс Ко, Москва, 2002.
- [5] С. П. Капица. Феноменологическая теория роста населения земли. *УФН*, 166, С. 63-80, 1996.
- [6] И. М. Дьяконов. *Пути истории. От древнейшего человека до наших дней*. Восточная литература, Москва, 1995.
- [7] С. П. Капица, С. П. Курдюмов, Г. Г. Малинецкий. *Синергетика и прогнозы будущего. Издание третье*. УРСС, Москва, 2003.
- [8] *Физическая энциклопедия. Т. 1*. Советская энциклопедия, Москва, 1988.
- [9] Б. М. Келлер. Палеозойская группа (эра). В: *БСЭ, Т. 19*, С. 106-107. Советская энциклопедия, Москва, 1975.
- [10] М. В. Муратов В. А. Вахрамеев. Мезозойская группа (эра). В: *БСЭ, Т. 16*, С. 6-8. Советская энциклопедия, Москва, 1974.
- [11] Е. В. Шанцер. Кайнозойская группа (эра). В: *БСЭ, Т. 11*, С. 185-186. Советская энциклопедия, Москва, 1973.
- [12] Э. М. Галимов. *Феномен жизни: между равновесием и нелинейностью. Происхождение и принципы эволюции*. Едиториал УРСС, Москва, 2001.
- [13] L. E. Orgel. The origin of life – How long did it take? *Origins Life Evol. Biosph.*, 28, С. 91-96, 1998.
- [14] H. Y. McSween. What we have learned about Mars from SNC meteorites. *Meteoritics*, 29, С. 757-779, 1994.
- [15] R. H. Carr, M. M. Grady, I. P. Wright, C. T. Pillinger. Martian atmospheric carbon dioxide and weathering products in SNC meteorites. *Nature*, 314, С. 248-250, 1985.

в истории человечества. Однако, по-видимому цивилизацию ждут действительно беспрецедентные по глубине преобразования и переживаемый системный кризис не является обычным цивилизационным кризисом. Можно указать на ряд существенных отличий современного системного кризиса от предшествующих цивилизационных кризисов.

Прежде всего, можно отметить, что имеются признаки совершенно необычных процессов, которые, видимо, являются ответом цивилизации на надвигающийся кризис. Явлением, не имеющим аналога в истории, является спонтанное ограничение роста населения в условиях материального изобилия в развитых странах. Видимо, такой способ преодоления демографического кризиса не имеет простого контрагента в синергетической модели истории. Прецедент создает предпосылки для относительно безболезненного преодоления демографического кризиса и в планетарном масштабе. Действительно, пик демографического перехода в планетарном масштабе уже пройден [5]. И именно признаки преодоления демографического кризиса наиболее знаменательны, так как перенаселение Земли было одним из самых опасных кризисных процессов. Так, по крайней мере, казалось еще два-три десятка лет назад. Можно также отметить необычную глубину надвигающегося системного кризиса. Человечество впервые имеет возможность уничтожить все живое на Земле. Существенно также, что из-за процессов глобализации надвигающийся системный кризис 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 системного кризиса от предыдущих цивилизационных кризисов. Тогда эволюция всегда имела возможность принести в жертву недостаточно гибкие подсистемы цивилизации и передать лидерство более удачливой, сумевшей реализовать более высокий уровень техно-гуманитарного баланса. Но это скорее либо чисто внешние, либо количественные отличия.

Существенная качественная особенность надвигающегося кризиса становится явной, если рассмотреть всю совокупность революций, которые на своем пути преодолело человечество. Хорошо известно, что во всей предшествующей истории длительности исторических эпох постоянно сокращались (на рис. 1а на оси времени отложено несколько последних революций). Это явление известно как эффект ускорения исторического времени. Более того, промежутки между революциями сокращались закономерным образом, что дает последовательность точек, обладающую свойством, близким к автомодельности. На качественном уровне этот вывод был сделан в книге И. М. Дьяконова [6, стр. 352] и обсуждался С. П. Капицей [5]. Автомодельность последовательности точек означает, что промежутки времени между точками сокращаются в постоянной пропорции. Последовательность устроена везде одинаково, только абсолют-

ный масштаб времени разный, она сама себя повторяет. Отсюда и названные свойства – автомодельность.

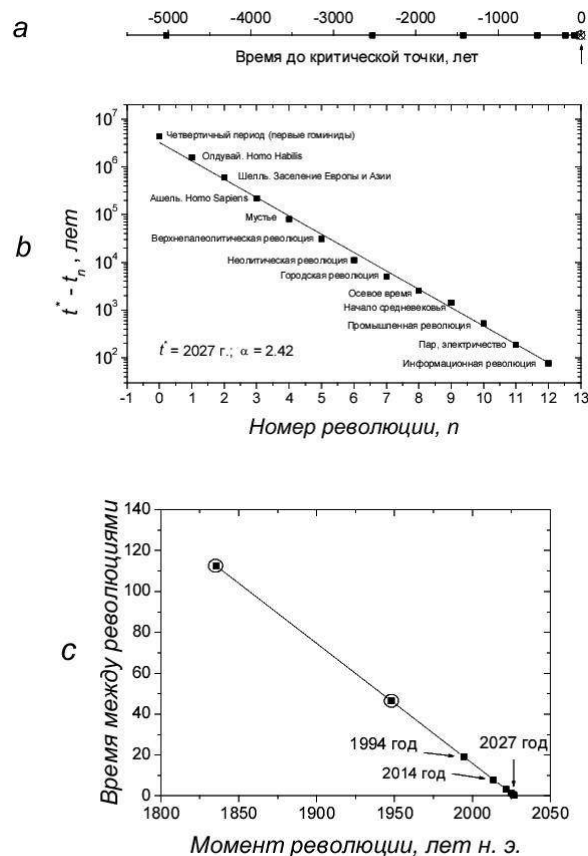


Рис 1: Автомодельность распределения цивилизационных революций во времени

Идеальная автомодельная последовательность точек t_n описывается уравнением

$$t_n = t^* T / \alpha^n. \quad (1)$$

В формуле (1) $\alpha > 1$ – коэффициент ускорения исторического времени, показывающий, во сколько раз каждая последующая эпоха короче предыдущей. T задает длительность всего описываемого промежутка времени, n – номер революции, а t^* – некоторый момент времени, который можно

не обязательно для мониторинга каждой подходящей звезды иметь отдельную антенну. Если антенна представляет собой фазированную решетку, то она может одновременно сканировать большое число звезд. Изготовление такого количества приемо-передающих устройств с космическим базированием, которого бы хватило для непрерывного мониторинга 10^6 – 10^7 звезд, скорее всего, возможно, если цивилизация действительно будет готова потратить существенную часть ресурсов на решение проблем межзвездной связи. А такую готовность следует ожидать в фазе системного кризиса науки, как уже говорилось выше.

Как уже отмечалось в начале раздела 3.1, концепция экзогуманитарной цивилизации была здесь представлена в "чистом виде", что является, конечно, идеализацией. Тезисы о системном кризисе науки и о гуманизации цивилизаций при переходе в постсингулярную фазу развития были взяты в предельно сильной форме. Межзвездные перелеты в сценарии не играли почти никакой роли, между тем, вполне возможно, что межзвездные перелеты с миллисветовыми скоростями, или даже с сантисветовыми скоростями не будут противоречить экологическому императиву гуманистической цивилизации. Поэтому возможен целый спектр "мягких" экзогуманитарных сценариев, или экзогуманитарная линия развития может быть составной частью более общего сценария. Кроме того, даже если сценарий экзогуманитарной цивилизации реализуется в большинстве случаев, возможны и редкие сильные отклонения от него. Например, если в некоторой планетной системе окажутся сразу две цивилизации на разных планетах, или цивилизации случайно окажутся на очень близких соседних звездах, исключительное значение может принять развитие космических транспортных средств и вообще освоение космического пространства. Такие цивилизации вполне могут пойти по пути масштабной астроинженерной деятельности, сопровождаемой созданием "космических чудес", вопреки экологическим и этическим императивам. Поэтому, даже принимая концепцию экзогуманитарных цивилизаций и галактического культурного поля и соответствующую стратегию поиска слабых остронаправленных сигналов, ни в коем случае нельзя пренебрегать поиском "космических чудес".

Наконец заметим, что постановка вопроса о поиске дополнительных нетрадиционных источников информации после исчерпания ресурса экстенсивного развития науки не нова. Этот вопрос ставился Г. М. Иддисом [25], и в качестве решения проблемы рассматривалась возможность информационного проникновения в иные вселенные через горловины типа, как бы мы сейчас сказали, кротовых нор (он пользовался другой терминологией), локализованных на отдельных объектах вроде элементарных частиц. Это было названо им "экспансией внутрь". Этот сценарий весьма напоминает рассмотренный здесь сценарий стабилизации цивилизации за счет получения экзогуманитарной информации. Разница в основном в том,

организации материи отличный от цивилизационного, экзогуманитарные цивилизации и культурное поле представляют собой неразрывное целое.

Модель экзогуманитарных цивилизаций и связанного с ними галактического культурного поля имеет прикладное значение, так как из нее следует вполне определенная модель характера связи между космическими цивилизациями и соответствующая стратегия поиска и передачи. Если связь осуществляется с помощью радиосигнала, или оптического сигнала, то и передатчик и приемник обязательно должны быть остронаправленными, так как энергетические ресурсы экзогуманитарных цивилизаций ограничены и сигнал не может быть очень сильным. Уже современные технические средства позволяют таким способом осуществить передачу большого количества информации на расстояния порядка тысячи св. лет. Весь вопрос в том, как передатчику и приемнику найти друг друга. Если расстояние между цивилизациями порядка 1000 св. лет, то передатчику нужно не пропустить приемник среди примерно 10^8 звезд. Аналогичная проблема имеется при поиске передатчика. Вести передачу на каждую из 10^8 звезд и держать их всех под непрерывным наблюдением с помощью остро направленных антенн было бы слишком расточительно. Стратегия может быть примерно следующей. Она состоит из двух компонент.

Во-первых, астрономическими методами требуется не только выявлять, но и детально исследовать планетные системы все более и более далеких звезд. Метод должен позволять прямыми наблюдениями выявлять планеты земного типа у всех звезд классов K и G на расстояниях порядка тысячи световых лет. Это должно быть возможно с помощью крупных космических оптических (или инфракрасных) интерферометров. Заметим, что прямое наблюдение экзопланет типа Юпитера у ближайших звезд уже поставлено в повестку дня, причем с помощью очень скромных космических приборов [44]: апертура объективов всего 0.5 метра, база 12.5 метров. Построение космических оптических интерферометров с диаметром зеркал 10-20 метров и базой порядка сотни метров не должно нарушать экологический императив, но при этом позволило бы наблюдать планеты земного типа на расстояниях в тысячи световых лет. Развитие таких астрономических приборов окажется, конечно, крайне полезным и независимо от программы SETI.

Во-вторых, по мере получения детальной планетарной информации, среди звезд должны отбираться подходящие кандидаты на присутствие цивилизаций, после чего такие звезды должны ставиться под постоянное наблюдение с целью обнаружения сигналов искусственного происхождения, и на такие звезды должны вестись передачи с использованием остронаправленной антенны. Это позволит уменьшить число кандидатов по крайней мере на порядок, а, может быть, и на два-три порядка. Таким образом, исключительное значение приобретает развитие прецизионной экзопланетной астрономии. При передаче информации и приеме сигналов

назвать моментом сингулярности. Важно отметить, что три параметра α , T , t^* – это минимальный набор параметров, с помощью которого можно описать общую автомодельную последовательность. Формула (1) показывает, что автомодельная последовательность есть не что иное, как сходящаяся геометрическая прогрессия. Легко видеть, что при $n \rightarrow \infty$ последовательность t_n неограниченно приближается к сингулярной точке t^* , никогда ее не переходя. Промежутки между кризисами или революциями вблизи сингулярности стремятся к нулю, а плотность их бесконечна. Дальше сингулярности эволюция в автомодельном режиме не продолжается, а реально, конечно, не может даже к ней приблизиться, так как ситуация, когда последовательные революции разделяют дни или часы, не имеет смысла. Где же располагается ожидаемая сингулярность?

В уравнении (1) есть три неизвестных параметра t^* , α , T . Можно найти оптимальный набор этих параметров, если аппроксимировать известные точки революций $\{t_n\}$ по методу наименьших квадратов:

$$F(t^*, \alpha, T) = \sum_n [(t^* - t_n)\alpha^n - T] \rightarrow \min.$$

Аппроксимация позволяет также понять, насколько хорошо реальные положения революций соответствуют автомодельности. Для этого уравнение (1) удобно переписать в виде

$$\lg(t^* - t_n) = \lg T - n \lg \alpha.$$

Видно, что расстояние от n -й точки до точки сингулярности в логарифмическом масштабе должно быть линейной функцией n .

Наиболее трудным в таком расчете является выбор точек, соответствующих цивилизационным кризисам и революциям. Разные авторы несколько по-разному представляют себе, что следует считать революциями в истории цивилизации. В данной статье были использованы данные, приводимые в книге И. М. Дьяконова [6], в статье С. П. Капицы [5] и в книге А. П. Назаретяна [1]. Все эти работы используют системно-эволюционный подход к истории и основаны на обобщении большого исторического материала. Несмотря на то, что в этих работах положения революций выбираются исходя из несколько различных соображений (и называются по-разному), получаемые наборы почти идентичны и без труда могут быть согласованы и объединены. Небольшие затруднения связаны с тем, что во временных рядах [5] и [1] встречаются редкие "окна" (это показывает анализ с использованием формулы (1)). Но при объединении данных [5,1] все "окна" аккуратно заполняются. Временной ряд [6] не содержит "окон", но охватывает данные начиная только с верхнепалеолитической революции,

Таблица 1: Революции в истории биосферы и цивилизации

<i>n</i> – история цивилизации	<i>n</i> – история биосферы	Год (от Р. Х.)	Революция
-	0	$3,8 \cdot 10^9$	Возникновение жизни (прокариоты)
-	1	$1,5 \cdot 10^9$	Кислородная катастрофа, эукариоты
-	2	$570 \cdot 10^6$	Палеозой (кембрийский взрыв, позвоночные)
-	3	$235 \cdot 10^6$	Мезозой (динозавры)
-	4	$66 \cdot 10^6$	Кайнозой (млекопитающие)
-	5	$24 \cdot 10^6$	Неоген (человекообразные обезьяны, современная фауна)
0	6	$4,4 \cdot 10^6$	Четвертичный период (первые гоминиды)
1	7	$1,6 \cdot 10^6$	Олдувай. Очень грубые орудия. Палеолитическая революция.
2	8	$0,6 \cdot 10^6$	Шелль. Огонь. Рубила, топорovidные орудия.
3	9	$0,22 \cdot 10^6$	Ашель. Симметричные рубила, топорovidные орудия с прямым лезвием.
4	10	80000	Мустье. Культура неандертальцев. Остроконечники, сверла, ножи.
5	11	29000	Верхнепалеолитическая революция. Охотничья автоматика. Вымирание неандертальцев, Homo Sapiens – лидер эволюции
6	12	9000	Неолитическая революция. Земледелие, скотоводство
7	13	3000	Городская революция, письменность, начало древнего мира
8	14	500	Железный век, Осевая революция (Сократ, Будда, Конфуций)
9	15	600	Начало средневековья, мировые религии
10	16	1500	Промышленная революция
11	17	1840	Механизированное производство (пар)
12	18	1950	Информационная революция, конец мировых войн, холодная война
13	19	1991	Крах социалистической системы, конец холодной войны, мировая компьютерная сеть(?)

Не достигнет ли экзонаучное познание предела, подобно тому, как это может произойти с обычной наукой? Ведь количество информации в галактическом культурном поле конечно? Для ответа на этот вопрос надо понимать, что культурное поле не является просто суммой информации о многих отдельных цивилизациях. Это сложная система, совершающая свою собственную эволюцию. Ведущую роль в этой эволюции играет взаимное влияние цивилизаций друг на друга через культурное поле, то есть количество информации в поле определяется не только количеством цивилизаций, давших в него вклад, но и количеством и сложностью связей между цивилизациями. Так как связи могут быть не только парными, то количество связей будет расти с ростом количества цивилизаций, давших вклад в культурное поле, *экспоненциально*. Поэтому предметом исследования будет не стационарный объект, а объект, сложность которого растет экспоненциально во времени. Соответственно, познание такого объекта не войдет в насыщение из-за истощения самого объекта.

Однако, мы опять получаем растущую во времени экспоненту, теперь уже для сложности галактического культурного поля. Как и любой экспоненциальный рост, он рано или поздно должен оборваться. Так что, видимо, и галактическое культурное поле должно пройти через кризисную фазу в своем развитии (а может быть, уже прошло?). Однако для галактического культурного поля постоянная времени экспоненциального роста может быть космологически большой, что дает возможность здесь не углубляться в этот вопрос. Обсуждение характера кризисов галактического поля и путей их преодоления выходит за рамки обсуждения.

4. Резюме. Стратегия поиска и возможные обобщения

Таким образом, вывод таков. После полного истощения внутренних ресурсов экстенсивного роста, в том числе, и ресурсов экстенсивного роста научной информации, один из возможных путей развития цивилизации состоит в стабилизации процесса интенсивной эволюции за счет потребления внешней информации преимущественно гуманитарного характера. Неверно представлять себе процесс интенсивной эволюции, стабилизированный потреблением внешней информации, как гладкий и бескризисный. Напротив, он вполне может протекать через специфические цивилизационные кризисы и революции интенсивной фазы развития, но эффекта автоматического ускорения исторического времени больше не будет – автоматический аттрактор полностью себя истощил. Цивилизацию в такой фазе технологического развития мы называем экзогуманитарной цивилизацией. Экзогуманитарные цивилизации должны быть носителями объекта, стоящего на качественно более высокой ступени эволюции, чем разум и цивилизация. Таким объектом является галактическое культурное поле. Притом что галактическое культурное поле представляет собой уровень

дающие их интерпретацию, построенные модели проверяются на других материалах экзобанка на предмет самосогласованности и т. д. Постепенно складывается модель того разума, или той разумной цивилизации, которая является источником информации, и вместе с тем формируется соответствующий модельный тезаурус. Вряд ли такую модель тезауруса хоть когда-нибудь можно будет считать совершенно окончательной. Понимание экзобанка знаний достигается в рамках гносеологии моделей, а не в рамках гносеологии истины.

Изучение экзобанка должно быть сложным итеративным процессом, не имеющим фиксированного окончания во времени, и напоминающим в основных чертах исследование природы научным методом. Процесс понимания экзобанков знаний, поэтому, можно назвать экзонаукой. Экзонаука может стать тем альтернативным источником информации для реализации функции познания, который качественно отличен от традиционной эмпирической науки и различных внеэмпирических методов познания. Можно, конечно, сказать, что экзонаука – это продолжение обычной науки. Формально это так и есть. Но экзонаука имеет предмет столь отличный от традиционной науки, что правильнее ее рассматривать как отдельный самостоятельный и качественно новый тип познания. Общая экзонаука, в частности, должна включать в себя частные экзонауки вроде сравнительной экзобиологии, сравнительной экзоистории, сравнительной экзولينгвистики (что особенно важно для чтения экзобанка данных) а так же экзонауки, не имеющие аналога в традиционной науке, например изучающие разные аспекты глобальной структуры и динамики галактического культурного поля.

Здесь уместно ответить на часто задаваемый вопрос: А не может ли знание, полученное в "готовом виде" из космических передач очень высоко развитых цивилизаций, быть опасным для менее развитых? В том смысле, что это позволит им избежать трудностей самостоятельного получения этого знания, а вместе с тем будут упущены все возможности получения побочных результатов, которые часто бывают более важны, чем декларируемая цель исследований. Ответ на этот вопрос в свете представлений об экзонауке и экзобанках знаний почти очевиден. *Никакого знания "в готовом виде" в космических передачах найти не удастся.* Получение этого знания будет представлять собой тяжелейший труд, который будет иметь побочных результатов не меньше, чем обычные научные исследования.

Подчеркнем, что содержимое знаний, которые сможет дать экзонаука, менее важно, чем сама возможность организовать длительный процесс получения этих знаний вместе со всеми побочными результатами, связанными с этим процессом. Процесс экзонаучного познания может растянуться на многие тысячи лет. Но ведь именно это и требуется от экзобанков знаний других космических цивилизаций для поддержки функции познания разума.

в то время как наш анализ начинается с возникновения гоминид 4,4 млн. лет назад.

В расчетах использовался временной ряд, полученный объединением и согласованием данных [6,5,1]. В выборе набора точек остается произвол, но он очень невелик и не может оказать существенного влияния на конечный результат анализа. Все точки, использованные в расчете, приведены в Табл. 1. Мы добавили в таблицу также кризис и революцию 1991 года, так как, с одной стороны, действительно имели место революционные изменения в уровне техно-гуманитарного баланса – крах социалистической системы с последующим прекращением холодной войны и резким снижением уровня ядерного противостояния, с другой – резкий технологический скачок – произошло реальное становление мировой информационной сети Интернет. Однако эта последняя точка не использовалась в расчетах, так как не упоминается другими авторами.

Результат аппроксимации приведен на рис. 1b. По горизонтальной оси отложен номер революции, начиная с возникновения первых гоминид $t_0 = 4,4$ млн. лет назад. По вертикальной оси отложено расстояние от t_n до t^* в логарифмическом масштабе. Видно, насколько точно расположение революций следует автомодельности (при точной автомодельности точки должны лечь точно на одну прямую). Любопытно, что революция 1991 года почти идеально ложится на экстраполяцию автомодельной зависимости (предсказываемая дата – 1994 год). Расчет дает показатель автомодельности $\alpha = 2,42$ и положение точки сингулярности $t^* = 2027$ год.

При попытке определить доверительный интервал на величину t^* возникают трудности, так как отсутствует информация об ошибках в определении величин t_n . Качественную оценку ошибки можно получить, используя для вычислений разные участки последовательности $\{t_n\}$. Такая оценка дает величину ошибки в 20-30 лет. На рис. 1с видно, как происходит сгущение точек революций по мере приближения к сингулярности. Здесь по оси абсцисс отложено положение точки, а по оси ординат длительность промежутка времени между революциями. Точки, обведенные кружком, соответствуют уже состоявшимся революциям, квадратики – результат экстраполяции.

Хотя мысль об автомодельном сокращении длительности исторических эпох и о существовании сингулярности не нова [6,5], количественных оценок α и t^* не проводилось. Надо также отметить, что автомодельность в распределении революций весьма напоминает свойство автомодельности роста мирового населения, детально исследованное С. П. Каплицей [5,7], и, по-видимому, тесно с ним связана. Автомодельный закон роста народонаселения также имеет точку сингулярности, которая согласно расчетам [5,7] приходится на 2007 год, но в настоящее время закон роста населения уже существенно отклоняется от автомодельного.

Можно сказать, что, несмотря на кризисный характер, вся предшествующая история человечества следует единственному гладкому аттрактору, характеризующемуся автомодельным ускорением исторического времени. Понятие аттрактора обычно определяется как траектория в пространстве состояний системы, к которой притягиваются все реальные траектории [8, стр. 13]. Здесь понятие аттрактора имеет именно этот смысл. Аттрактором истории является идеальная автомодельная последовательность, вокруг которой флуктуируют точки реальных революций.

Автомодельность исторической последовательности революций означает, что чем дальше мы уходим в прошлое, тем реже встречаются революции. Возникает вопрос, не является ли это эффектом аберрации исторической памяти в том смысле, что просто о последних событиях мы имеем более детальную информацию, чем о более старых, и поэтому в недавнем прошлом проще выделять революции, чем в далеком прошлом. Или, точнее, большее количество событий в недавнем прошлом представляется революциями, чем в далеком. То есть экспоненциальное увеличение промежутков времени между революциями отражает свойство исторической памяти или доступности истории для исследования, а не реальное объективное свойство распределения *структурных* революций. Можно сказать с полной определенностью, что это объяснение автомодельности совершенно нереалистично. Рассмотрим, для примера, последнюю тысячу лет истории цивилизации. Этот промежуток времени начинается в раннем средневековье. Наличие существеннейших *структурных* отличий ранне-средневековой цивилизации от современной совершенно очевидно. За тысячу лет сменилось несколько экономических формаций, произошел гигантский скачок и в технологии, и в экстенсивных показателях развития цивилизации вроде величины энергопотребления, наращения населения и т. д. Рассмотрим промежуток времени длиной опять в тысячу лет где-нибудь посередине верхнего палеолита, пятнадцать – двадцать пять тысяч лет назад. В то время как в течение этого промежутка времени и в раннем палеолите тоже произошло огромное количество событий (было убито и съедено множество мамонтов, произошли тысячи кровавых межплеменных войн), но *структурных* изменений в цивилизации не было практически никаких. Об этом со всей определенностью говорят данные археологии. Родоплеменной строй таковым и оставался, присваивающий способ производства оставался присваивающим, изменения в технологии были минимальными (на протяжении тысячи лет почти отсутствуют), население изменилось мало, и т. д.

Очевидно, мы находимся в непосредственной близости от сингулярности автомодельной последовательности кризисов или революций. Что это означает? Так как сингулярность предсказывается уже в 2027 году, можно с уверенностью сказать, что время автомодельной истории истекло или истекает в ближайшем будущем. Поэтому приближающийся эволюцион-

на основе конвергенции к естественно-научным или математическим понятиям, как это уже упоминалось выше).

Но при дальнейшем продвижении вглубь экзобанка трудности встретятся наверняка. Здесь надо вспомнить работы Б. Н. Пановкина о трудности взаимопонимания различных космических цивилизаций. Б. Н. Пановкин ставил задачу о взаимопонимании как задачу об установлении соответствия между системами понятий этих цивилизаций (тезаурусами), и показал, что эта задача, вообще говоря, не является алгоритмически разрешимой, то есть ее не сможет решить ни один конечный автомат [42]. Этот результат совершенно правильный, но он вовсе не означает, что информация экзобанка знаний будет вообще недоступна для понимания. Дело в том, что ни отдельное разумное существо, ни, тем более, коллективный разум цивилизации не является конечным автоматом [43]. На начальном этапе изучения материалов экзобанка соответствие между тезаурусами различных разумов может вообще отсутствовать (кроме очень узкой области конвергенции к простым математическим или естественно-научным понятиям), но такое соответствие может выстраиваться постепенно по мере изучения экзобанка, причем этот процесс будет носить существенно неалгоритмический характер. Разуму доступно то, что недоступно конечному автомату. Можно пояснить эту мысль следующей аналогией.

Когда человек приступал к изучению природы, он ни в малейшей степени не обладал тезаурусом, достаточным для ее понимания. Понятия квантованного поля и римановой геометрии не были известны ни пещерному человеку, ни даже древнему греку. Однако сейчас такая система понятий у человечества есть, можно сказать, что человек устанавливает "взаимопонимание" с природой. Откуда же взялась эта система понятий? Это стало возможным благодаря научному циклу, который идет через последовательность создания и испытания концептуальных моделей. Модели, не выдерживающие проверку экспериментом, отбрасываются, согласующиеся с наблюдениями принимаются, и составляют основу тезауруса, необходимого для описания природы. Это есть не что иное, как механизм естественного отбора. В этой последовательности неалгоритмизуемым элементом является порождение новых моделей. Новые модели возникают в результате акта озарения: никаким алгоритмом невозможно описать, как Ньютон догадался, что причина падения яблока и движения Луны вокруг Земли одна и та же. Акт озарения является аналогом мутации в биологической эволюции, но, в отличие от мутации, является не совсем случайным. Система понятий науки не является окончательной, она постоянно уточняется и время от времени подвергается существенному пересмотру. Это не мешает нам считать, что мы приближаемся к пониманию природы. И именно таков может быть характер проникновения в экзобанк знаний. После анализа некоторых материалов экзобанка предлагаются модели,

никновением через экзобанки знаний других цивилизаций. Благодаря этому экзогуманитарная цивилизация не оказывается запертой в собственной планетной системе, несмотря на I тип по Кардашову.

При подготовке данной статьи я не был знаком с выступлением Филлипа Моррисона на Бюронканской конференции 1971 г. [41, стр. 307-318], на которое любезно обратил мое внимание Л. М. Гиндилис. Оказалось, что я независимо пришел почти к тем же мыслям, которые были высказаны раньше Моррисоном: "Большая часть этого весьма сложного сигнала будет, на мой взгляд, касаться в основном не естественных наук и математики, а того, что мы бы называли искусством и историей. Для меня это ясно из комбинаторных соображений, ибо наше общество или любое другое долгоживущее общество разрешит много естественно-научных и математических проблем более легкими путями, чем посредством изучения записи межзвездных сообщений" [41, стр. 311]. Здесь у Моррисона звучит еще одна мысль, которую он неоднократно подчеркивает в своем выступлении – о том, что в космическом послании не будет информации "в готовом виде" и "чтение" этой информации дело не более простое, чем получение ее своими силами. Как будет видно ниже, к похожим выводам нас также приведет анализ характера информации культурного поля.

Мы пока молчаливо предполагали, что космические передачи в принципе могут быть дешифрованы и поняты. Но могут ли действительно быть дешифрованы и поняты космические передачи? Да или нет? Из модели культурного поля и представления об экзобанках знаний следует, что вопрос, по существу, *неверно поставлен*. Расшифровка информации экзобанка знаний не может быть действием, занимающим какое-то фиксированное время, после окончания которого, можно будет сказать, что вот, информация расшифрована, или, наоборот, нет, информацию дешифровать и понять не удастся.

В виду огромного количества и разнообразия информации, содержащейся в экзобанке, он должен иметь иерархическую и разнородную структуру. В том числе, для передачи разных частей экзобанка могут быть использованы разные физические каналы связи: радиоканалы с разными частотами и разными ширинами полос, разнообразные оптические каналы связи, может быть что-то еще совсем неизвестное. Может быть, для того, чтобы попасть на ближайший узконаправленный луч, придется запускать дальний космический зонд. Что-то напоминающее древовидную структуру каталогов на жестком диске, да еще с многочисленными отсылками на внешние носители информации. Следует ожидать, что в экзобанке будет корневое сообщение, содержащее сигнал привлечения внимания и инструкцию по дальнейшему поиску информации. Или несколько таких разных корневых сообщений, вроде крупных корневых сайтов в интернете. Эта часть экзобанка наверняка должна легко дешифровываться (например,

ный кризис – это не обычный эволюционный кризис, каких было много, это кризис всего аттрактора истории цивилизации. Можно сказать, что это кризис самого предшествующего многомиллионного кризисного характера развития разума на Земле, кризис кризисов. Трудно делать отдаленные прогнозы развития цивилизации, но одно предсказание можно сделать с полной определенностью: эффекта ускорения исторического времени больше не будет, так как мы уже находимся вблизи точки, в которой эта скорость формально бесконечна. Теперь характер эволюции человечества неизбежно должен глубочайшим образом измениться, история должна пройти через точку сингулярности и пойти по совершенно новому руслу. Важно отметить, что *проход через точку сингулярности вовсе не означает неминуемую катастрофу для человечества*. Это означает только, что характер эволюции человеческого общества обязан радикально измениться. 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, является одной из возможностей.

2.2. Кризис аттрактора планетарной истории.

Анализ автомодельности истории на основании формулы (1) можно углубить, если вместе с революциями истории цивилизации рассмотреть всю последовательность биосферных революций – планетарную Универсальную историю. Внимательный анализ показывает, что большинство биологических революций совпадает с границами так называемых геологических эр. Биосферные революции начинаются с возникновения жизни 4-3,8 млрд. лет назад. Следующим существенным событием была кислородная катастрофа с последующим возникновением эукариот и, вероятно, примитивных многоклеточных организмов, около 1,5 млрд. лет назад [2,3] (см. Введение). В начале палеозоя произошел так называемый кембрийский взрыв, в ходе которого возникли почти все современные типы и классы живых существ, включая позвоночных [9]. Начало мезозоя – это вымирание крупных земноводных и начало царства пресмыкающихся (зверообразные пресмыкающиеся и динозавры) [10]. Резко изменился и характер растительного покрова: хвощи, плауны и папоротники стали играть подчиненную роль, а на первое место вышли голосеменные растения (хвойные, гинковые и др.) Начало кайнозоя – это вымирание динозавров и начало царства млекопитающих [11], в растительном мире лидерами становятся покрытосеменные. Начало неогена совпадает с возникновением человекообразных обезьян и современной фауны [11]. Полная сводка революций планетарной истории приведена в Табл. 1.

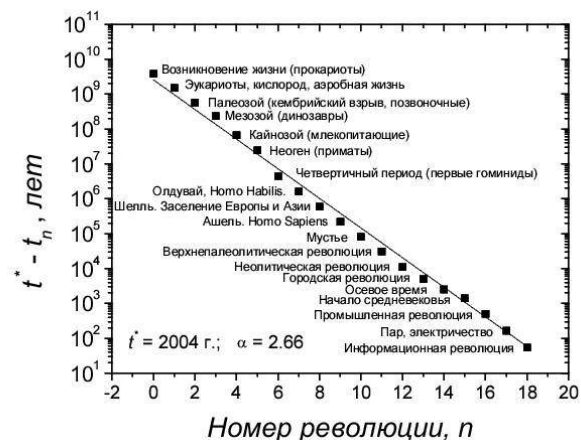


Рис. 2: Автомоделность всей социально-биологической истории

Несмотря на то, что человек является порождением биосферы, заранее не очевидно, что совместный анализ биосферных эпох и революций вместе с историческими имеет смысл. Результат анализа планетарной Универсальной истории с помощью формулы (1) приведен на рис. 2. Видно, что автомоделность имела место с удивительной точностью на протяжении всех 3,8 млрд. лет истории биосферы *включая* историю человечества (с двумя небольшими нарушениями, которые не вызывают удивления, так как речь идет не о точной автомоделности, а об автомоделном аттракторе). Наилучшее приближение дается коэффициентом автомоделности $\alpha = 2,66$ (что удивительно близко к числу $e \approx 2,718...$). Для сингулярной точки получается значение $t^* = 2004$ год, что очень близко к 2027 году, полученному на основании анализа только человеческой истории. Разница между этими двумя датами определяется масштабом ошибки применяемой математической процедуры.

Можно, конечно, сказать, что история человечества есть вещь столь отличная от геологических или биологических эпох Земли, что попытка рассмотреть их в рамках единой численной модели есть не более чем чистая нумерология, а получающаяся автомоделность есть просто результат нескольких случайных совпадений. На это нечего возразить, не исключено, что это так и есть, но совпадение выглядит слишком уж маловероятным. В конце концов, наблюдаемый эффект требует объяснения: почему биосферные эпохи вместе с историческими периодами развития цивилизации образуют единую автомоделную последовательность? Можно предположить, что полученный результат не случаен: вся эволюция биосферы и, затем, ноосферы, действительно представляет собой единый

зрения синергетической модели истории, программа SETI может быть тем избыточным разнообразием, которое будет востребовано в момент системного кризиса науки для перехода на более высокий уровень "устойчивого неравновесия".

3.6 Характер информации культурного поля и проблема понимания

Если модель культурного поля верна, то типичная космическая задача постсингулярной цивилизации содержит информацию не только от (и об) пославшей ее цивилизации, но и от (и обо) многих (или очень-очень многих) других. Не исключено, что одна цивилизация может транслировать информацию о миллионах цивилизаций и миллиардах лет эволюции Галактики, начиная с момента образования культурного поля. Собственно, такого рода послание уже не может быть чем-то единым, это должна быть сложная и разветвленная информационная система. Термин 'послание' или 'передача' оказывается неадекватным. Более подходящим является, например, *экзобанк знаний*. Передача столь огромного количества информации, с использованием модулированного лазерного луча, или широкополосного но узконаправленного радиосигнала не является неразрешимой технической проблемой. Может быть, постсингулярным цивилизациям доступны и другие каналы связи.

Нетрудно представить себе возможный характер информации в экзобанке знаний. Напомним, что экзобанки знаний в основном должны быть адресованы от постсингулярных цивилизаций другим постсингулярным цивилизациям, которые уже столкнулись с проблемой системного кризиса науки. Поэтому фундаментальные науки вроде физики, математики, астрономии должны быть не самым интересным в экзобанках, так как постсингулярные цивилизации, находящиеся в состоянии, близком к насыщению научного метода, должны обладать практически одинаковыми знаниями в области фундаментальных естественных наук. Скорее, информация, относящаяся к области фундаментальных наук, будет играть вспомогательную роль, являясь основой для конвергенции мышления различных разумов, с чего должна начинаться дешифровка данных экзобанка. Наиболее интересной и важной частью знаний будет скорее всего то, что у всех разное: биология, история, социология, литература, искусство, религия. Поэтому следует ожидать, что большая и наиболее ценная часть информации будет иметь "гуманитарный" характер. Количество же такой "гуманитарной" информации может быть фантастически большим, и именно это может дать новую пищу для функции познания разума вместо познания в форме естественных наук. Технологическую цивилизацию, стабилизировавшую свое существование за счет переработки внешней информации преимущественно гуманитарного характера, будем называть *экзогуманитарной цивилизацией*. Реальный экстенсивный бросок во Вселенную экзогуманитарная цивилизация заменяет виртуальным, информационным про-

и разума во Вселенной. В. А. Лефевр рассматривал ситуацию, когда космические субъекты не имеют возможности непосредственно договориться между собой для проведения этой работы, и вынуждены действовать на основе морального императива в надежде, что и другие поступают так же. Описанный выше сценарий поведения постсингулярных цивилизаций почти буквально соответствует идее В. А. Лефевра. А создание культурного поля и является именно вариантом такой Большой коррекции, так как следствием возникновения галактического культурного поля является существенное улучшение условий существования для будущих космических цивилизаций и создание предпосылок для развития структурных форм материи, качественно превосходящих разум.

Существование культурного поля предполагает наличие в Галактике одновременно достаточно большого числа высокоразвитых коммуникативных цивилизаций: как минимум несколько десятков. Наличие одновременно большого числа цивилизаций в Галактике (и связанного с ними галактического культурного поля) не противоречит молчанию космоса. Если в Галактике 10000 цивилизаций, до ближайшей порядка 750 св. лет и даже если их 10^6 то порядка 150 св. лет. В предположении, что постсингулярные цивилизации могут располагать энергией для передачи сигналов в космос лишь порядка планетарной, всенаправленные маяки и космические чудеса исключены, поэтому найти хотя бы одну цивилизацию – *задача чрезвычайной сложности*. Ее решение может потребовать ресурсов, составляющих значительную часть от полного объема ресурсов, которыми располагает высокоразвитая постсингулярная цивилизация. Нечего удивляться, что мы пока ничего не видим.

Земная цивилизация сейчас, очевидно, не готова потратить такие ресурсы на поиски других цивилизаций (да и вообще проявляет к программе SETI мало интереса). А когда она будет готова? Когда приблизится к исчерпанию науки (если это действительно произойдет) и внешняя информация станет для нее жизненно необходимой.¹ Именно в этот момент цивилизация может стать коммуникативной *в полном смысле этого слова*, в смысле готовности затратить существенную часть своих ресурсов на решение проблем межзвездной коммуникации. Поэтому ясно, что передатчиками космических сообщений должны быть преимущественно постсингулярные цивилизации и адресованы они должны быть в основном именно постсингулярным цивилизациям. Конечно, нельзя исключить возможность, что передача будет принята цивилизацией, находящейся еще в стадии технологического взрыва, подобной земной, но вероятность такого события, скорее всего, крайне мала. Это может произойти только случайно. Это не означает, что сейчас искать другие цивилизации не имеет смысла. Напротив, только занимаясь активным решением этой задачи, можно надеяться иметь необходимый набор методик и необходимую информацию к тому моменту, когда это станет жизненно важным. С точки

процесс, подчиняющийся единому глубокому эволюционному закону, главным проявлением которого является автомодельное ускорение эволюции. Здесь, конечно, нельзя не вспомнить идею В. И. Вернадского о том, что разум продолжает геологическую историю Земли. Эта чисто качественная идея имеет здесь совершенно недвусмысленное количественное выражение. И вот как раз сейчас этому единому автомодельному процессу пришел конец. Не только история человечества, но и вся планетарная эволюция должна повернуть в какое-то совершенно новое русло. Поэтому современный системный кризис цивилизации – это кризис глобального планетарного аттрактора Универсальной истории, а не только аттрактора истории человечества.

2.3 Предбиологическая эволюция и гипотеза когерентного галактического происхождения жизни

Если мы хотим быть последовательными, анализ следует продолжить. Возникновению жизни на Земле предшествовала фаза предбиологической химической эволюции. Академик Э. М. Галимов весьма убедительно, как нам представляется, аргументировал точку зрения, согласно которой предбиологическая эволюция, возникновение жизни и биологическая эволюция представляют собой единый процесс, в основе которого лежит диспропорционирование энтропии на основе трансферабельности и эволюционного консерватизма в стационарных неравновесных системах [12, Гл. 3]. Поэтому естественно предположить, что автомодельный аттрактор должен охватывать и предбиологическую эволюцию. Но, оказывается, это совсем не так. По современным представлениям, жизнь на Земле возникла практически мгновенно по геологическим масштабам, как только для этого сложились подходящие условия. На предбиологическую эволюцию остается короткий период от 4,1 до 3,9 млрд. лет назад [13]. На рис. 3 этому соответствует неожиданный загиб эволюционной кривой вниз в точке пачала предбиологической эволюции ("клюшка").

Как относиться к этой явной аномалии? Можно, конечно, сказать, что мы настолько плохо понимаем предбиологическую эволюцию, что удивляться не приходится. Ведь никто не может дать теоретическую оценку времени возникновения жизни. Вот когда мы будем понимать предбиологическую эволюцию лучше, тогда и можно будет об этой аномалии подумать. Однако, хочется подумать уже сейчас. Если предыдущий анализ был основан на фактах, то здесь мы вынуждены перейти в область гипотез.

Предположим, что предбиологическая эволюция, возникновение жизни и последующая биологическая эволюция, действительно составляют в каком-то смысле единый процесс. Э. М. Галимов пишет [12, стр. 129], что,

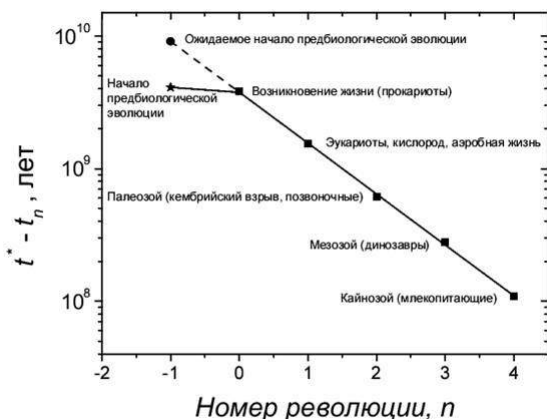


Рис. 3: Аномалия "клюшки" – сверхкороткое время предбиологической эволюции

по его мнению, предбиологическая эволюция могла бы уместиться в те немногие миллионы лет, которые отпускает ей на это геология. Примем, что это так. Тогда нужно объяснить, почему сразу после возникновения жизни эволюция как будто заснула по крайней мере на миллиард лет. Это непонятно и неожиданно, ведь вся последующая история биосферы показывает, что чем выше организация системы, тем быстрее она эволюционирует, а любая живая система организована выше, чем предбиологическая. Мы не можем предполагать, что это произошло по каким-то случайным причинам (на Земле вдруг сложились плохие условия), так как первые стадии биологической эволюции имеют длительность, точно укладывающуюся в единую автомодельную шкалу времени. Тогда мы должны были бы предположить, что и вся автомодельная шкала времени – чистая случайность.

Предположим, что, напротив, начальная скорость эволюции жизни была в некотором смысле совершенно нормальной (что подтверждается существованием единой автомодельной шкалы времени). Тогда скорость предбиологической эволюции кажется необъяснимо высокой. Таким образом, в любом случае получаем противоречие. Чрезвычайная краткость предбиологической эволюции на Земле требует специального объяснения.

Экстраполяция автомодельного аттрактора дает для длительности предбиологической эволюции примерно 5,5 млрд. лет. В историю Земли столь продолжительную эволюцию уместить невозможно. Однако можно предположить, что предбиологическая эволюция действительно продолжалась, как и ожидается, 5,5 миллиардов лет, но не на Земле. Очевидно, это могло произойти на планетах земного типа около других, гораздо бо-

роваться, в системе возникнут процессы самоорганизации; система начнет эволюционировать как целое. Фактически, галактическое культурное поле представляет собой уровень организации материи, качественно превосходящий уровень организации материи в форме отдельных разумных цивилизаций. Мало того, что время жизни галактического культурного поля может многократно превышать время жизни отдельной разумной цивилизации, и количество информации, перерабатываемое культурным полем многократно превосходит то, что может переработать любая отдельная цивилизация, галактическое культурное поле обладает еще специфическим свойством непредставимости относительно разумных цивилизаций. Это значит, что ни одна цивилизация из-за конечности скорости света и большого размера Галактики не может узнать современного ей состояния галактического культурного поля и понять содержание глобальных когерентных информационных процессов, в которых она участвует. Мы здесь не будем обсуждать возможные пути самоорганизации культурного поля и другие его очень любопытные свойства. Такое обсуждение можно найти в статьях [37,36,38,39]. Но хотелось бы сделать одно замечание. Галактическое культурное поле напоминает то, что иногда называется метацивилизацией [26,24]. Однако, на наш взгляд, такая терминология в данном случае вводила бы в заблуждение. Метацивилизация объединяет отдельные цивилизации тем же способом, как обычная цивилизация объединяет своих представителей – разумных индивидов. Так как обычная цивилизация основана на эффективном обмене информацией между ее представителями – то есть характерное время обмена должно быть много меньше времени жизни представителя цивилизации – то, по аналогии, время обмена информацией между представителями метацивилизации должно быть много меньше времени жизни одной цивилизации. В галактическом культурном поле этого нет, вся связь может быть практически исключительно односторонней. Каждая цивилизация "закачивает" свою информацию в культурное поле, и эта информация перерабатывается там неизвестным и непонятным для нее способом. И, в то же время, цивилизация "откачивает" из культурного поля информацию, являющуюся результатом всей предшествовавшей эволюции поля. Механизм функционирования культурного поля имеет очень мало общего с механизмом функционирования цивилизации. В термине *метацивилизация* теряется качественное отличие культурного поля от любой отдельной цивилизации. Цивилизация или метацивилизация с одной стороны, и галактическое культурное поле – с другой – должны описываться совершенно различными системами понятий.

Напрашивается также еще одна аналогия. Становление культурного поля очень напоминает по своей сути то, что В. А. Лефевр назвал 'Большой коррекцией' [40]. Речь идет о согласованных действиях многих разумных 'космических субъектов' для улучшения условий развития жизни

передача в космос должна быть обычной практикой для постсингулярных альтруистических цивилизаций.

Третье следствие состоит в следующем. Предположим, что некоторая цивилизация смогла принять сигнал из космоса от другой цивилизации. Цивилизация понимает, что чем больше информации содержится в ее собственных передачах, тем лучше для тех, кто их принимает, так как такие передачи лучше будут выполнять функцию внешнего источника знаний. Поэтому цивилизация в своих передачах должна ретранслировать всю информацию, которую она получает. Это диктуется альтруизмом цивилизации. Есть и другая причина для ретрансляции. Гуманистическая цивилизация должна подумать о том, чтобы информация о цивилизациях, которых может быть уже нет, и знаниями о которых она владеет, сохранилась после ее собственного конца. Это напоминает современное отношение к памятникам старины. Один из способов сохранить знания других цивилизаций состоит в том, чтобы ретранслировать полученную информацию с тем, чтобы она была потом снова ретранслирована, и так далее.

Итак, анализ приводит к трем выводам: постсингулярная цивилизация должна оставаться цивилизацией I типа; она должна передавать информацию в космос; она должна ретранслировать принятые сообщения.

3.5 Галактическое культурное поле

Будем, прежде всего, исходить из предположения, что земная цивилизация – не единственная космотехнологическая цивилизация в Галактике. Далее, предположим, что вероятность того, что хотя бы одно послание постсингулярной цивилизации, посланное на протяжении ее жизни, будет принято и ретранслировано хотя бы одной другой цивилизацией, близка к единице. Такое состояние Галактики мы назовем состоянием насыщения контактов. Ранее нами было показано, что такая ситуация в Галактике возникает естественным образом в результате процесса, напоминающего фазовый переход, при наличии положительной обратной связи: если связь между цивилизациями увеличивает их стабильность [34,35,36]. Мы видим, что именно о такой положительной обратной связи и идет речь: внешняя информация дает пищу для затухающей функции познания разума. Такой переход несколько напоминает заключительную фазу галактического возникновения жизни (см. раздел 2.3). В состоянии насыщения контактов, информация об исчезнувших цивилизациях может сохраняться неопределенно долго после их конца, передаваясь от одной цивилизации к другой, поэтому количество информации в Галактике начинает стремительно расти, и вся Галактика превращается в единое культурное поле. Заметим, что существование культурного поля вовсе не предполагает двусторонних связей между цивилизациями.

Вряд ли процесс накопления информации в галактическом культурном поле останется чисто пассивным. Скорее, информация начнет структури-

роваться, чем Солнце, звезд. На Землю же жизнь могла попасть в результате процесса панспермии. О возможности панспермии говорит обнаружение метеоритов, выбитых с поверхности Марса [14] и обнаружение в них органических веществ с аномальным составом изотопов углерода [15]. Обогащение изотопом ^{13}C может иметь как биогенное [16] так и абиогенное [17] происхождение, но речь идет также о возможном обнаружении следов внеземных живых организмов [16,18]. Теоретический анализ, проведенный А. В. Архиповым [19], показывает, что не только межпланетный, но и межзвездный перенос вещества может быть достаточно эффективным. Поэтому гипотеза панспермии не выглядит совершенно произвольной. Нарушение автомодельности эволюции в виде аномалии "ключики" (рис. 3) придает гипотезе панспермии актуальность.

Но было ли время на столь длительную предбиологическую эволюцию хотя бы на других планетах? Здесь получается очень интересный результат. Плоская подсистема звезд нашей Галактики – галактический диск – начала формироваться около 10 млрд. лет назад [20,21]. Именно в галактическом диске располагаются звезды, содержащие достаточное количество тяжелых элементов для формирования планет земного типа. Оказывается, экстраполированное начало предбиологической эволюции ($3,8 + 5,5 = 9,3$ млрд. лет назад) почти точно совпадает с началом формирования галактического диска. Получается, что для того, чтобы успеть к появлению Солнца, предбиологическая эволюция должна была начаться на самых первых планетах земного типа, почти одновременно с возникновением самой Галактики.

Удивительно неслучайный вид аттрактора планетарной эволюции на Земле наводит на мысль о том, что он определяется очень фундаментальными, хотя еще и не понятыми, законами эволюции. Законы эволюции универсальны для Вселенной, поэтому автомодельный аттрактор может иметь универсальный характер. Это означает, что эволюция с той же автомодельной шкалой времени реализуется не только на Земле, но и на других планетах. В этом случае из того, что экстраполяция автомодельного аттрактора эволюции на Земле к началу предбиологической эволюции почти совпадает с началом формирования галактического диска, следует, что Солнце может быть одной из первых звезд в Галактике, вблизи которых автомодельная эволюция достигла своей сингулярной точки. Иначе говоря – мы близки к фронту эволюции в Галактике. Поэтому вероятность того, что цивилизация на Земле является вообще первой или одной из первых в Галактике, не кажется исчезающе малой. Такую возможность надо иметь в виду. Излишне напоминать, что возможность отнюдь не означает необходимость.

Если мы предполагаем, что процесс панспермии жизни может быть эффективным (на что указывает малое время зарождения жизни на Земле), то следует ожидать, что эффективным должен быть и процесс панспермии

продуктов предбиологической эволюции, так как предбиологические системы должны быть менее чувствительны к неблагоприятным факторам космического путешествия: вакууму, космическому излучению и т. д. Но отсюда следует, что предбиологическая эволюция на разных планетах в Галактике не могла протекать независимо. Как только где-нибудь возникал удачный предбиологический продукт, например – устойчивая автокаталитическая система, он в космологически очень короткий срок (порядка сотни миллионов лет) путем панспермии распространялся на все другие планеты, также находящиеся в состоянии предбиологической эволюции. Там он должен был в конкурентной борьбе победить менее совершенные предбиологические системы этой планеты и продвинуть эволюцию вперед. Этот механизм должен приводить к синхронизации и унификации предбиологической эволюции во всей Галактике, что в конце концов неизбежно ведет к тому, что и жизнь во всей Галактике первый раз возникает массовым образом, на единой молекулярной основе и практически одновременно везде, где для этого есть подходящие условия. Это явление можно назвать гипотезой галактического когерентного происхождения жизни. Любопытно, что после галактического возникновения жизни, образование жизни в процессе естественной предбиологической эволюции становится очень маловероятным. На каждой планете, пригодной для жизни, естественная предбиологическая химическая эволюция хоть и начинается, но не может конкурировать с гораздо более быстрым процессом панспермии. Возможно, именно это и произошло на Земле. Интересно, что гипотеза когерентного возникновения жизни почти точно соответствует гипотезе известного радиофизика и астронома В. С. Троицкого об одновременном возникновении жизни в Галактике [22], которая была предложена им, правда, просто как альтернатива гипотезе о постоянном происхождении жизни и на основании аналогии: ведь и другие процессы вроде рекомбинации водорода, начала звездообразования и т. д. происходили синхронно во всей Вселенной.

Галактическое происхождение жизни имеет близкую аналогию в истории. Похожий процесс, видимо, лежит в основе феномена осевого времени, когда в трех очень (на первый взгляд) слабо связанных центрах цивилизации – средиземноморском, индийском и дальневосточном – железный век и революция осевого времени (появление мыслителей масштаба Сократа, Будды и Конфуция) наступили практически одновременно [1]. На самом деле связи хоть и были слабыми, но достаточными для передачи наивысших культурных достижений от одной цивилизации к другой и для практически полной синхронизации развития этих цивилизаций. Возможно, здесь основную роль сыграло распространение технологии производства железа.

чаться в ее экзогуманизме. Мы уже упоминали о возможной проблеме в освоении Марса, если на нем будет обнаружена даже самая примитивная жизнь. Вообще, любая очень масштабная деятельность в космосе (на уровне цивилизаций II типа по Кардашеву, то есть цивилизаций, располагающих энергией масштаба светимости звезды) с большой вероятностью хотя бы в каком-нибудь смысле окажется экологически вредной и антигуманной. Она будет разрушать уникальные творения неживой природы, которые имеют право на существование ничуть не меньше, чем мы сами, препятствовать естественному течению жизни в тех местах, где жизнь есть и т. д. Вполне возможно, что высокоразвитые цивилизации вынуждены будут ограничивать свое энергопотребление планетарными масштабами не столько по техническим, сколько по этическим, или, более узко, по экологическим причинам. Эта мысль не нова, и высказывалась, в частности, Л. М. Гиндилисом [30]. Иначе говоря, есть основания предполагать, что постсингулярные цивилизации должны быть цивилизациями не выше I типа (располагают энергией не выше планетарной). Допустим, это действительно так. Постсингулярная цивилизация не может заниматься масштабной астроинженерной деятельностью, не может строить субсветовых звездолетов, требующих чудовищных энергетических затрат, так как использование энергии в масштабах сверх планетарных запрещено императивами этической природы. Означает ли это, что цивилизация оказывается в тупике, что она заперта в собственной планетной системе как в скорлупе? Вовсе нет, и здесь мы должны рассмотреть два других следствия.

Каждая цивилизация, достигшая состояния, близкого к системному кризису науки, должна понимать, что для сохранения гомеостазиса нужно получить доступ к какому-то источнику знаний, качественно отличному от традиционного изучения природы научным методом. Более того, такой источник знаний должен стать жизненно необходимым. Очевидным источником такого типа могла бы стать информация о других цивилизациях в том случае, если она будет достаточно богатой. Однако такая информация может быть получена, только если другие цивилизации транслируют ее на другие планетные системы. Таким образом, передача в космос является альтруистическим актом; это является таким действием, которое жизненно важно для других цивилизаций. Постсингулярная цивилизация, будучи высоко альтруистической и экзогуманистической, не может отказаться от выполнения действий, жизненно важных для других цивилизаций. Поэтому высокоразвитые цивилизации должны тратить очень много сил на передачи в космос, причем стараться включить в передачи как можно больше информации. Что-нибудь вроде полного описания животного мира планеты, истории цивилизации, и так далее. Попросту говоря, гуманистическая цивилизация не может не делать для других того, что считает жизненно важным для себя. Таким образом, следует ожидать, что

В настоящее время в широких философских кругах обсуждается концепция метанауки, призванной нетривиальным образом объединить научное и вненаучное познание [33]. Автор не чувствует себя сколько-нибудь уверенно в этом вопросе, но этот вопрос имеет настолько непосредственное отношение к обсуждаемой проблеме, что неверно было бы обойти его молчанием. Утверждается, что метанаука должна разрешить некоторые кризисы, характерные для эмпирической науки. Однако, как это должно произойти, и в чем, собственно, состоит нетривиальное объединение научного и вненаучного познания, автору статьи непонятно. Научное знание — это воспроизводимое знание, вненаучное знание — невоспроизводимое (по определению). Если воспроизводимое знание объединить с невоспроизводимым, то и результат будет невоспроизводимым, поэтому, в чем его ценность, неясно. Вот тривиальный (может быть, даже несколько вульгарный) пример. Типичное вненаучное утверждение: "Бог есть". Типичное научное утверждение "Движение планет управляется законом всемирного тяготения". Синтез может быть такой "Богу угодно, чтобы движение планет управлялось законом всемирного тяготения". В то время, как ценность двух первых утверждений очевидна, в чем ценность такого "синтеза" — непонятно. Очевидно также, что результат синтеза дает невоспроизводимое знание. Вопрос о том, может ли метанаука, чем бы она ни была, как-то существенно способствовать разрешению системного кризиса науки, мы вынуждены оставить без ответа.

Итак, резюмируем. Цивилизации, переходящей в постсингулярную стадию развития, возможно придется столкнуться с резким торможением научных исследований — системным кризисом науки — что, по-видимому, должно быть большой проблемой для стабильного существования цивилизации. Способ решения этой проблемы должен существенно повлиять на облик постсингулярной цивилизации.

3.4. *Связь системного кризиса науки с гуманизацией: коммуникативность постсингулярной цивилизации*

Из представления о том, что постсингулярная цивилизация должна быть в то же время гуманистической в космическом смысле и, одновременно, переживать системный кризис науки, можно получить некоторые следствия.

Первое следствие касается характера освоения космического пространства постсингулярной цивилизацией. Мы уже упоминали, что экстенсивный путь развития цивилизации, связанный с масштабной космической экспансией и масштабной астроинженерной деятельностью, в принципе, не решает проблем экспоненциального роста. Мало того, не исключено, что подобный космический экстенсивный путь развития еще и закрыт для высокоразвитой цивилизации принципиально. Проблема может заклю-

2.4 *Высокоразвитая космотехнологическая цивилизация как постсингулярная цивилизация*

Таким образом, переживаемый сейчас кризис цивилизации в самом простом случае означает конец 4-миллионного автомодельного аттрактора человеческой истории, но может также означать конец почти 4-миллиардного аттрактора развития земной биосферы, или даже быть некоторой планетарной финальной точкой общегалактического процесса, уходящего корнями в галактический неравновесный фазовый переход, связанный с возникновением жизни и далее, к образованию Галактики. Об этом говорит единая автомодельная шкала времени, охватывающая все эти процессы. Поэтому переживаемые сейчас события означают переход на совершенно новую траекторию исторического развития в масштабе от исторического до галактического. Если цивилизация в состоянии пережить точку сингулярности автомодельного аттрактора, то это уже будет цивилизация, находящаяся в принципиально ином состоянии, на совершенно иной исторической траектории. В этом и состоит качественное отличие высокоразвитой космотехнологической цивилизации от нашей космотехнологической цивилизации.

Так как та космотехнологическая фаза развития цивилизации, которая завершает автомодельный аттрактор, имеет характер взрыва и продолжается не более чем мгновение по космическим масштабам, то и вероятность застать другую цивилизацию в таком состоянии ничтожна. Следовательно, можно надеяться найти лишь цивилизацию, преодолевшую сингулярную точку исторического аттрактора. Будем называть такую цивилизацию *постсингулярной*. Как мы уже видели, это должно означать выход на совершенно новую историческую траекторию и, следовательно, глубочайшую перестройку цивилизации. Ясно, что в программе SETI речь должна идти именно о поиске постсингулярных цивилизаций. Что же может представлять собой такая цивилизация? Обсуждению некоторых возможностей посвящена оставшаяся часть статьи.

В заключение этого раздела отметим, что проведенный анализ приводит к постановке ряда нетривиальных вопросов, некоторые из которых здесь перечислены без детальных пояснений:

1. Необходим критический анализ положений выбранных экспериментальных точек (революций). Почему именно эти точки образуют автомодельную последовательность, что в них общего? Почему каждая революция приводит к стандартному ускорению исторического времени, да еще с показателем, близким числу e ? С какими количественными характеристиками кризиса и революции это связано?
2. Является ли распад соцлагеря и прекращение холодной войны в 1991 году стандартным эволюционным кризисом и революцией? Это событие идеально ложится на автомодельный аттрактор истории.

3. В чем конкретно механизм кризиса автомодельного аттрактора эволюции отличается от механизма всех других эволюционных кризисов?
4. Насколько эффективен механизм предбиологической панспермии? Каковы характерные времена этого процесса?
5. Имеет ли жизнь в Галактике общую молекулярную основу? Общую киральность? Это является критическим тестом для гипотезы галактического когерентного происхождения жизни.
6. Поскольку процесс когерентного галактического происхождения жизни по сути есть неравновесный фазовый переход, требуется развитие нелинейной теории заселенности Галактики. Развиваемые раньше подходы, основанные на формуле Дрейка и ее обобщениях, таких, как теория Крейфельдта-Гиндилиса [23], представляли собой линейные теории.
7. Является ли автомодельный аттрактор эволюции универсальным? Иначе говоря, задает ли он шкалу времени эволюции, которая будет работать и на других планетах?

3. Постсингулярная фаза развития цивилизаций и программа SETI

3.1 Интенсивный путь развития космотехнологических цивилизаций

Прежде чем перейти к обсуждению особенностей постсингулярных цивилизаций, надо сделать несколько замечаний методического характера. Во-первых, все следующие ниже рассуждения имеют спекулятивный характер. Они основаны на более или менее правдоподобной экстраполяции некоторых тенденций, которые можно усмотреть в динамике человеческой цивилизации уже сейчас. Правда, эту экстраполяцию нельзя назвать линейной, скорее наоборот. Во-вторых, некоторые черты постсингулярной цивилизации будут рассматриваться как существенные системообразующие факторы, в то время как на самом деле они, быть может, будут проявляться лишь в виде более или менее определенных тенденций. Эти черты удобнее рассмотреть в несколько идеализированном и, быть может, гипертрофированном виде, чтобы не перегружать изложение лишними деталями. Надо также отметить, что нашей целью является исследование таких возможностей постсингулярного развития, при которых связь различных космических цивилизаций друг с другом приобретает исключительное значение. Мы ясно понимаем, что мыслимы и совершенно другие сценарии развития событий.

Распространенная точка зрения, что проблему экстенсивного технологического взрыва и исчерпания невозполнимых ресурсов можно преодолеть за счет продолжения его в космос, видимо совершенно неосновательна. Неосновательна же она главным образом потому, что времени на под-

Познание как отдельный и имеющий самостоятельную ценность вид человеческой деятельности впервые было понято древними греками (Фалес Милетский). Именно тогда функция познания была осознана человеком, и с тех пор реализовывалась целенаправленно и стала одной из основных функций разума. Наука – основной современный способ реализации функции познания. Прекращение развития науки означает, по существу, отмирание большей части одной из основных функций разума – функции познания. Вероятно, это опасно для цивилизации, так как разум, однажды осознавший функцию познания, а затем утративший большую ее часть, вряд ли сможет нормально существовать.

Однако наука – это всего лишь специфический метод получения знаний, обеспечивающий воспроизводимость результатов. Хотя именно с возникновением науки связаны основные особенности современной цивилизации, не следует забывать, что эмпирическая наука – это не единственный способ реализации функции познания.

Чистая математика хотя и является наукой, но не является эмпирической наукой. Метод математики является по своей сути умозрительным, он не требует постоянного обращения к эксперименту. Можно сказать, что математика изучает семантический слой реальности, который объективен в том смысле, что знания о нем воспроизводимы и общезначимы. В отличие от эмпирической науки, математика не может быть исчерпана ни в каком смысле, так как возможно построение и изучение сколь угодно сложных математических систем, причем это не требует больших материальных затрат.

Другой формой знания является философское знание. Философия не является наукой, так как философское знание не обладает свойством воспроизводимости и, поэтому, не удовлетворяет критериям научной строгости [32].

Еще до возникновения и науки и философии существовала мифологическая и религиозная форма познания, и познание в форме искусства. Все эти формы отражения мира существуют одновременно с наукой и сейчас.

В то время как эмпирическая наука в значительной степени основана на анализе внешней по отношению к человеку информации, философия, мифология и другие внеэмпирические методы познания, включая математику, больше апеллируют к внутренним ресурсам человека: догадка, озарение, сопереживание, религиозный опыт. Могут ли такие внеэмпирические методы познания, обращенные внутрь человека, заменить эмпирическую науку в смысле поддержки функции познания и стабилизации технологической цивилизации? Может быть да, а может быть нет, но скорее нет. Это означало бы возврат к донаучному прошлому, который вряд ли возможен. Эволюция себя не повторяет. Для эффективной замены эмпирической науки нужен качественно новый источник информации.

квантовой теорией по многим параметрам сильно отличается от всего, что было раньше. Здесь уместна аналогия. Научная революция единой квантовой теории примерно также относится к уже происшедшим научным революциям, как обычные эволюционные кризисы относятся к кризису глобального аттрактора. Завершенность фундаментальной физики, конечно, не отменяет возможность исследования явлений на высших, системных, уровнях, но это сильно ограничивает возможность научных прорывов, на которых, собственно, и держится интерес общества к науке.

Для пояснения сути проблемы можно использовать образное сравнение. Г. М. Идлис писал [25], что решение каждой нетривиальной научной проблемы порождает как минимум две новые нетривиальные проблемы. Старая проблема исчезает, появляются две новые. На подобных соображениях основана вера в бесконечность науки. Но представим себе бактерию. Каждая бактерия при делении порождает две новые бактерии: старая исчезает, возникают две новые. Точно как с размножением научных проблем. Поместим бактерию в стакан с питательной средой и дадим ей возможность размножаться. Количество бактерий будет экспоненциально расти до тех пор, пока либо не кончится питательная среда, либо не будет заполнен объем стакана, либо бактерии не отравят среду продуктами своей жизнедеятельности. После этого колония погибает, либо переходит в какой-то совсем другой режим эволюции. Нечто подобное может произойти и с наукой. Возможные ограничители были перечислены выше.

Независимо от конкретного механизма, можно говорить о возможной предстоящей фазе "насыщения" эмпирического научного метода в развитии цивилизации. Здесь нужно отметить, что для земной цивилизации это в любом случае не вопрос ближайшего будущего. Скорее, это один из возможных эволюционных кризисов, с которым цивилизации придется встретиться уже в далекой постсингулярной фазе развития, как уже говорилось во введении к этому разделу. Однако, обсуждая характер цивилизаций, с которыми, возможно, придется иметь дело в рамках программы SETI, надо заглядывать в очень далекое будущее. Заметим также, что возможность "насыщения" эмпирического научного метода не означает, что это с необходимостью произойдет. Не исключено, что длительное существование науки в интенсивном режиме возможно. Как нам представляется, сейчас нет данных, на основании которых можно было бы с определенностью выбрать одну из альтернатив, поэтому обе гипотезы имеют равное право на существование. Мы будем исходить из предположения, что полный переход из экстенсивной фазы технологического развития цивилизации в интенсивную (постсингулярную) означает также резкое замедление или даже прекращение научных исследований. Это явление будем называть системным кризисом науки. Является ли системный кризис науки опасным для цивилизации? Этот вопрос не прост.

готовку очень масштабного выхода в космос в течение технологического взрыва, видимо, принципиально не хватает [24]. 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 [25,24]. Игра не стоит свеч, как написал по этому поводу Г. М. Идлис [25]. На более тонких причинах, которые могут препятствовать масштабной космической экспансии, мы остановимся позже. Так или иначе, на какое-то, возможно весьма длительное, время после преодоления сингулярности исторического аттрактора цивилизация 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 автомоделный аттрактор, и произойдет на совершенно иной эволюционной основе, в постсингулярном цикле истории. Поэтому остается предположить, что экстенсивное развитие цивилизации, которое и позволяло следовать автомоделному аттрактору, должно смениться некоторой формой интенсивного развития, развития вглубь. Таким образом, приходим к гипотезе, что постсингулярная цивилизация по крайней мере на какое-то время должна выйти в интенсивный режим развития. Сначала, *для простоты*, будем предполагать, что существование космотехнологической цивилизации в эпоху после завершения автомоделного аттрактора возможно только в интенсивном режиме. Альтернативные возможности кратко будут рассмотрены в конце статьи.

Л. В. Лесков дал хорошо разработанную классификацию возможных путей развития космических цивилизаций [26,27]. Недавний обзор по этому вопросу можно найти в статье Л. М. Гиндилиса [24]. Здесь мы хотим рассмотреть еще один сценарий. В классификации Лескова это есть одна из разновидностей ортодоксальной модели гетерономной эволюции – совместной эволюции нескольких цивилизаций, основанной на использовании уже известных средств связи вроде радиоволн или оптических сигналов – но эта модель имеет некоторые существенные особенности. В то время, как Лесков в основу классификации положил различные технологические аспекты эволюции цивилизаций, в сценарии, который мы будем обсуждать, существенную или даже определяющую роль играют этические моменты и исключительное значение приобретает особый вид гуманитарных знаний, или, точнее, знаний, не относящихся к таким фундаментальным наукам, как физика, математика и астрономия. К представлению о такой специфической реализации интенсивной фазы развития приводит анализ некоторых тенденций, которые можно усмотреть в развитии современной земной цивилизации.

3.2. Гуманизм постсингулярной цивилизации как сохраняющая реакция

Ясно, что проход сингулярной точки планетарного исторического аттрактора означает преодоление целого ряда глубочайших кризисов, поэтому постсингулярная цивилизация в ходе преодоления этих кризисов должна выработать соответствующие адаптационные механизмы – сохраняющие реакции, и в дальнейшем использовать их для поддержания своего гомеостазиса. Нетрудно представить себе, по крайней мере, некоторые из таких механизмов.

Во-первых, цивилизация должна выработать очень совершенные механизмы сдерживания внутренней агрессивности, в противном случае она самоуничтожится в результате внутренних конфликтов значительно раньше, чем достигнет постсингулярной фазы. Во-вторых, цивилизация должна внутри себя преодолеть эгоизм типа корпоративного или государственного эгоизма, так как планетарные кризисные процессы могут быть преодолены только совместными усилиями всех при непрерывном поиске компромиссов. Третьим типом сохраняющей реакции цивилизации, очевидно, должен быть рост экологического сознания. По-видимому, все эти три сохраняющие реакции должны совершить гигантский скачок при преодолении сингулярности глобального аттрактора. Это специфическое явление можно назвать постсингулярной гуманизацией цивилизации.

Мысль о том, что гуманизм и принципы этики имеют естественное происхождение, конечно, не нова. Элементы такого подхода можно найти уже у Сократа и Спинозы; интересный анализ такого типа дан в недавней статье Умберто Эко [28]. О том, что высокоразвитая цивилизация должна быть высокогуманистической писали К. Э. Циолковский, И. А. Ефремов; очень ясно эта мысль высказана в недавних статьях Л. М. Гиндилиса [29,30]. Очень глубоко этот круг вопросов был исследован А. П. Назаретяном в рамках синергетической модели истории и суть явления суммирована им в гипотезе техно-гуманитарного баланса [1, раздел 2.6]. Постсингулярная гуманизация цивилизации является частным выражением принципа техно-гуманитарного баланса. А. П. Назаретян исследовал явление гуманизации цивилизации по мере роста технологического уровня на таком обширном фактическом материале, что это избавляет автора от необходимости подробной аргументации того, что гуманизация человечества в ходе исторического развития реально имеет место. Вместо этого мы остановимся на некоторых явлениях и событиях, которые могут показаться контрпримерами к гуманизации, и затем рассмотрим некоторые особенности процесса гуманизации, важные для последующего анализа.

В 20-м веке имели место такие вспышки насилия, каких человечество не знало за всю свою историю: гитлеровские концлагеря, сталинская коллективизация и сталинские репрессии, "культурная революция" в Китае,

ного синтеза с магнитным удержанием плазмы. После получения первых обнадеживающих результатов, которые лежали "на поверхности", сложность решаемых задач резко возросла, а поток важных решенных задач резко сократился, несмотря на то, что финансирование этой проблемы долго поддерживалось на постоянном очень высоком уровне. При этом поток статей долго не только не ослабевал, но даже рос, хотя удельная научная ценность статей падала. Затем включилась отрицательная обратная связь: снижение ресурсоотдачи повлекло снижение уровня интереса к проблеме со стороны общества и снижение уровня финансирования. Исследования резко затормозились, несмотря на очевидную жизненную важность решаемой проблемы. Похожую эволюцию совершает проблема высокотемпературной сверхпроводимости и, возможно, проблема квантового компьютера. И это опять, при всей актуальности этих направлений. На это можно возразить, что всегда научный прорыв вызывает повышенный интерес к проблеме и повышенное финансирование, но потом интерес и финансирование неизбежно спадают. Это так, но цена каждого нового прорыва постоянно увеличивается, и *при не более чем постоянном* уровне затрат на науку прорывы будут случаться все реже. Поэтому снижение среднего интереса к науке представляется весьма вероятным, что едва ли даст возможность финансировать ее даже на постоянном уровне. Уже сейчас можно отметить, что в развитых западных странах затраты на науку много меньше тех, которые могло бы себе позволить общество. И это крайне существенное обстоятельство указывает на то, что факторы, тормозящие развитие науки, уже действуют. Приоритетное финансирование получают прикладные области исследования, ориентированные непосредственно на рынок. Но вряд ли прикладные науки смогут нормально существовать без фундаментальных исследований.

Вторая группа причин. Сейчас ясно, что наука может встретиться с этическими ограничениями, имеющими фундаментальный характер. Примером является сильнейшее противодействие экспериментам по клонированию человека, или ограничения в исследованиях планет, населенных примитивной жизнью, о чем говорилось выше.

Третья группа причин может заключаться в том, что на фундаментальном уровне сложность природы может оказаться в каком-то смысле конечной, и поэтому природа может быть просто "исчерпана" для познания. Об этом в связи с проблемой SETI писали Л. В. Лесков [27] и В. М. Липунов [31]. Сейчас физики стремятся построить единую квантовую теорию, объединяющую все известные типы взаимодействий. Ни откуда не следует, что такая физическая теория не может быть совершенно окончательной, всеобъемлющей теорией, так что вся остальная физика должна будет рассматриваться как частные решения общих уравнений. Распространенным возражением на это является напоминание о том, что конец науки уже не раз предрекался. Надо сказать, что ситуация с единой

рые черты поведения цивилизации в далекой постсингулярной интенсивной фазе развития.

Будем оптимистами и *предположим*, что взрывной рост аддитивных показателей развития цивилизации вроде потребления ресурсов и энергии и экологический кризис может быть преодолен без краха цивилизации. Как уже говорилось, для такого предположения есть некоторые основания (например, преодоление пика демографического перехода), но мы не будем обсуждать детали. Сосредоточимся на другой проблеме. В состоянии экспоненциального роста в период технологического взрыва находится и наука и связанное с наукой развитие технологий, причем время удвоения составляет всего 10-12 лет [25]. Речь идет, прежде всего, об увеличении потока научной информации. Имеющие место темпы роста науки не могут сохраняться очень долго, это совершенно очевидно и следует из элементарной арифметики. Экспонента – страшная вещь. Это означает, что объем научных исследований неизбежно должен выйти в насыщение. Иначе говоря, науке так или иначе предстоит перейти из экстенсивного режима развития в интенсивный. Но сможет ли наука длительное время существовать без наращивания объема исследований? И что же может затормозить развитие науки?

Развитие науки могут затормозить причины, содержащиеся в самой природе науки. Такие причины можно назвать системными. Здесь можно назвать, по крайней мере, три группы причин.

Первая группа причин. Рано или поздно наука должна столкнуться с принципиальными ограничениями по уровню материальных и энергетических затрат, о чем писал, в частности, Г. М. Идлис [25]. Эти тенденции уже сейчас имеют место, достаточно вспомнить замороженное строительство суперколлайдера в США, урезанные космические программы и т. д. В перспективе затраты на науку *в лучшем случае* можно будет стабилизировать на постоянном уровне, как и объем любых других материальных затрат – учитывая интенсивный характер развития постсингулярной цивилизации. Будет ли это означать стабилизацию потока новых научных данных на постоянном уровне? Это совершенно неочевидно. Возможно, это будет означать прогрессивное уменьшение потока новых научных данных, так как стоимость *решенной научной задачи* со временем растет из-за увеличения сложности научных исследований. Это не означает автоматически снижения потока научных публикаций. Однако все больше будет публикаций, содержащих отрицательные результаты (что-то не обнаружено, получены новые ограничения, ...) Растущее совершенство и эффективность научных методов, научная информатика, частично компенсируют сложность решаемых научных задач, но, видимо, не решают проблемы в целом. Более того, снижение ресурсоотдачи науки, возможно, не позволит удерживать затраты на науку даже на постоянном уровне. Характерным примером здесь является опыт решения задачи управляемого термоядер-

режим Пол Пота в Камбодже. Это, как будто, говорит против гуманизации цивилизации. Но где сейчас те режимы, которые практиковали такое насилие? Они показали свою полную нежизнеспособность и либо вовсе исчезли с лица Земли, либо вынуждены были коренным образом перестроиться. Фактически, налицо действие механизма естественного отбора, который выметает агрессивные подсистемы из человеческой цивилизации, оставляя гуманистические. Это как раз и есть тот механизм выработки культурных регуляторов, сдерживающих разрушительное действие развивающихся технологий, который предполагает гипотеза техно-гуманитарного баланса.

Как другой возможный контрпример может рассматриваться Хиросима и Нагасаки. Здесь важно правильно понимать природу этого события. Хиросима была вершиной кризиса техно-гуманитарного баланса, включавшего также две последние мировые войны. Одной из причин кризиса был беспрецедентный рост разрушительной силы оружия (на порядки) в отсутствие культурных сдержек его применения. Ответом цивилизации на кризис был переход в фазу холодной войны (что совпало также, и, видимо, не случайно, с информационной революцией). Холодная война была несомненным прогрессом в уровне техно-гуманитарного баланса, так как реальные войны между технологически развитыми государствами были переведены в виртуальную область. Следствием опыта Хиросимы стало ясное понимание того, что использование ядерного оружия абсолютно недопустимо. Недаром имя "Хиросима" в сознании людей стало нарицательным, как символ кошмара, который нельзя повторять. Во время Карибского кризиса, когда для использования ядерного оружия было больше поводов, чем в Хиросиме, ядерное оружие уже не было использовано. Более того, конфликт пришлось решать (и удалось решить) вообще без прямого применения насилия, что говорит о том, что невозможность применения насилия в любых формах при выяснении отношений между государствами, достигшими достаточно высокого научно-технического потенциала, вполне осознана. Человечество *умеет(!)* учиться на своих ошибках, что противоречит представлениям обыденного сознания и создает некоторые основания для оптимизма.

Предыдущие два контрпримера были скорее кажущимися, но вот реальный контрпример гуманизации. В то время как западная модель рыночной экономики явилась основой технологического и научного взрыва, обратной ее стороной является модель "общества потребления". По сути, эта модель антиальтруистична, так как заведомо все население Земли не сможет ее использовать из-за слишком высокого уровня потребления. Следовательно в ее основе лежит одна из разновидностей корпоративного эгоизма. Кроме того, модель основана на искусственном создании потребностей и искусственном росте потребления, что абсолютно недопустимо ввиду истощения невозполнимых ресурсов Земли. Модель антиэкологич-

на в планетарном смысле. *К сожалению, следует признать, что никакой разумной альтернативы обществу потребления пока предложено не было.* Но, по-видимому, именно в преодолении корпоративного эгоизма общества потребления в значительной степени и будет состоять преодоление кризиса глобального аттрактора. Поскольку кризис еще не преодолен, то и общество потребления все еще существует. Нет сомнений, что выработка альтернативной модели будет мучительной.

Теперь остановимся на одной особенности процесса гуманизации, которая важна для дальнейшего. Любопытно, что уже сейчас гуманизация земной цивилизации находит непосредственное выражение в отношении к космосу. Достаточно распространенной точкой зрения является то, что едва человечество доберется до других планет, как оно попытается поскорее расправиться с местными формами жизни и переделать все под себя, как это делалось в истории колонизации, например, Америки. Это представление нашло яркое выражение в антиутопиях Рэя Бредбери. Автор не раз встречал такое представление на интернет-сайтах, посвященных проблемам внеземной жизни и внеземного разума. Однако, это есть выражение некоторого обыденного сознания, вроде представления о всеобщем падении нравов, так как факты говорят совершенно об обратном. Вот пример. Если на Марсе и есть жизнь, то ясно, что в самых примитивных формах. Казалось бы, по праву сильного мы должны думать только о том, не представляет ли эта жизнь опасность для нас, и в случае малейших сомнений просто ее уничтожить. В действительности же, уже начиная с самых первых марсианских программ, все посылаемые на Марс аппараты тщательнейшим образом стерилизуются, чтобы не дай бог, не навредить марсианской жизни. Уже сейчас можно предположить, что если жизнь на Марсе будет обнаружена, то одной из главных проблем при возможной колонизации Марса будет не то, как от этой жизни защититься, а как ее сохранить. Более того, проблема вполне может оказаться неразрешимой, тогда колонизация Марса станет проблематичной по этическим соображениям. Это не является пустой фантазией, это всего лишь небольшая экстраполяция того, что есть уже сейчас.

Последний пример показывает, что гуманизм постсингулярной цивилизации должен обладать одним очень важным свойством. Гуманизм не может существовать только "для внутреннего пользования" цивилизации. Эти качества она должна проявлять и в отношениях с внешним миром, в чем бы эти отношения не выражались: контакт с разумными или неразумными формами жизни на других планетах, космическая инженерия и т. д. Совершенная высокогуманистическая система внутри себя, вряд ли может быть примитивно-агрессивной во внешних проявлениях. Таким образом, следует ожидать, что постсингулярная цивилизация должна быть не просто гуманистической, но экзогуманистической, гуманистической в космическом смысле.

Неизвестно, является ли процесс гуманизации земной цивилизации достаточно быстрым и глубоким для преодоления кризиса глобального аттрактора. Но если постсингулярные космические цивилизации вообще существуют, оставаясь при этом космотехнологическими, процесс их гуманизации в период преодоления сингулярности автомодельного аттрактора *должен был быть* достаточно интенсивным и глубоким, иначе кризис не был бы преодолен без краха всей цивилизации. Поэтому постсингулярные цивилизации должны быть экзогуманистическими в высокой степени.

Теперь мы должны рассмотреть другую возможную особенность постсингулярных цивилизаций, которую мы затем свяжем с их экзогуманистическим характером.

3.3. Системный кризис науки¹

Хотелось бы предостеречь от упрощенного понимания гуманизма высокоразвитой постсингулярной цивилизации. Постсингулярное общество не может быть и не будет обществом всеобщего благополучия и благоденствия. 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 найдется множество причин, приводящих к противоречиям и кризисам. Гуманизация общества состоит в том, что механизмы сублимации агрессии действуют на все более высоком уровне и являются все более сложными и эффективными. Но Добро продолжает противостоять Злу, как это было всегда; созидание противостоит разрушению. Однако Зло с Добром сталкивается в системе, очень далекой от равновесия, их противостояние приобретает все более утонченные формы.

Таким образом, постсингулярное развитие цивилизации отнюдь не обязано быть бескризисным, и, вне всякого сомнения, не будет таковым. В этом разделе будет рассмотрен только один из *возможных* кризисов постсингулярной стадии развития цивилизации (мы далеки от мысли, что именно этот кризис является совершенно неизбежным, и не ставим себе задачу исследовать другие возможные кризисы). Не следует забывать, что этот кризис может протекать на фоне других кризисных явлений. В последующих разделах будет показано, что характер этого кризиса вместе с феноменом постсингулярной гуманизации фактически определяет некото-

¹ Здесь необходимо отметить, что системный кризис науки – это только одна из возможных причин, из-за которой контакты с внеземными цивилизациями могут стать крайне желательными. Информация внеземных цивилизаций может стать необходимой и по каким-то другим, неясным пока, причинам.