

ФИЛОСОФИЯ

УДК 113

В. П. Бранский

СИНЕРГЕТИКА И КОСМОЛОГИЯ

(ФИЛОСОФСКИЕ ОСНОВАНИЯ КОСМОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВСЕЛЕННОЙ)

В статье представлен общий обзор основных философских проблем современной космологии. Впервые все подобные проблемы рассматриваются с точки зрения общей теории космической самоорганизации. Проанализировано понятие самоорганизации как взаимодействия хаоса и порядка. Особое внимание уделяется взаимоотношению самоорганизации и организации. Показано, что в качестве фундаментального понятия следует рассматривать не хаос или порядок, а самоорганизацию (взаимопереход их друг в друга). Обоснована мысль о неправомерности отождествления Метагалактики и Вселенной. Осуществлен синергетический анализ проблемы крупномасштабной структуры Метагалактики, показаны перспективы разработки нестандартной фрактально-релятивистской модели Вселенной. Обоснована мысль о том, что такая модель может быть построена только на основе синтеза теории фракталов (Б.Мандельброт, 1977) и теории диссипативных структур (И.Пригожин, 1968). Исследовано философское значение таких фундаментальных космологических принципов, как космологический постулат (А.Эйнштейн) и принцип себеподобия (Б.Мандельброт). Предложен синергетический анализ антропного принципа (Б.Картер, 1973; Дж.Барроу, Ф.Типлер, 1986). Показано, что появление человека во Вселенной и его стремление стать сверхчеловеком связаны с фундаментальным конфликтом между хаосом и порядком в природе («космосе»), который в рамках глобального эволюционизма имеет тенденцию к перерастанию в конфликт между хаосом и порядком в культуре («обществе») в форме конфликта между свободой и ответственностью. В статье впервые в философской литературе сделана попытка раскрыть философский смысл так называемого «золотого сечения» в рамках строго научного мировоззрения. Библиогр. 23 назв. Ил. 10.

Ключевые слова: И. Пригожин, Б. Мандельброт, космологический антропный принцип, себеподобие, синергетика, космология, фрактально-релятивистская модель Вселенной, фрактальная геометрия природы, общая теория самоорганизации.

V. P. Branskiy

SYNERGETICS AND COSMOLOGY

(PHILOSOPHICAL FOUNDATIONS OF THE COSMOLOGICAL MODEL OF THE UNIVERSE)

This article provides a general perspective on the basic philosophical problems of contemporary Cosmology. It begins by considering these problems from the point of view of general self-organization theory. Self-organization is analyzed as interaction of chaos and order, with specific attention paid to the interrelation between self-organization and organization. It is shown that it is not chaos and order that should be considered as fundamentals, but rather the concept of self-organization (as mutual trans-

Бранский Владимир Павлович — доктор философских наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный университет, Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9; branskaya@list.ru

Branskiy Vladimir P. — Doctor of Philosophy, Professor, St. Petersburg State University, 7/9, Universitetskaya nab., St. Petersburg, 199034, Russian Federation; branskaya@list.ru

mutations of chaos and order into each other). The idea of inadmissibility of the Meta-Galaxy and of Universe identification is substantiated. A synergetic analysis of the large-scale Meta-Galaxy structure problem is given, and perspectives of a non-standard fractal-relativist model of the Universe are worked out. It is argued that such a model has to be built exclusively on the fractal theory (B. Mandelbrot, 1977) and the dissipative structures (I. Prigogine, 1968). This article investigates the philosophical significance of such fundamental cosmological principles as Einstein's Cosmology principle and Mandelbrot's self-similarity principle, and gives a synergetic analysis of the Anthropic principle (B. Carter, 1973, Barrow, Tipler, 1986). Refs 23. Figs 10.

Keywords: I. Prigogine, B. Mandelbrot, the cosmological anthropic principle, self-similarity, Synergetics and Cosmology, Large-scale structure of the Universe, Fractal geometry of Nature, Synergetics and the Complexity theory.

1. Методологическое введение (Взаимодействие космологии и философии).

Предметом данной статьи является исследование общих закономерностей взаимоотношения таких состояний космической реальности, как *хаос* и *порядок*, что равносильно исследованию общих закономерностей космической *самоорганизации*. Поскольку общей теорией самоорганизации является синергетика, задача сводится к применению синергетического метода к космологии — науке о строении, свойствах и эволюции Вселенной как целого.

Насколько нам известно, в подобном ракурсе указанная проблема не исследована пока в достаточной степени. При этом очевидно, что космология существенно отличается от большинства наук своим *пограничным* характером между наукой и философией¹: когда космолог строит космологическую модель Вселенной, он неизбежно — сознательно или бессознательно — опирается на так называемую онтологическую модель объективной реальности (заимствованную из философии и на языке философской публицистики обычно называемую «картиной мира»). Самые утонченные математические формулы мало что значат, пока им не дана физическая интерпретация. А эта последняя зависит не только от наблюдаемых фактов, но и от философских принципов², через призму которых рассматриваются факты. Из пограничного (между естествознанием и философией) положения космологии следует, что никакие достижения астрофизики, астрохимии, астробиологии и т. п. не могут оказаться подлинно успешными без учета закономерностей философского характера, раскрывающихся в истории философии.

Академик Я. Б. Зельдович как-то заметил, что Вселенная — ускоритель для бедных. Перефразируя эти слова, можно сказать: «Философия — компас для богатых». Как установлено в современной методологии научного исследования, теоретическое знание в любой сфере научной деятельности является синтезом двух противоположных видов знания — эмпирического и умозрительного³. Следовательно, «богатый»

¹ См. [1–2], а также материалы дискуссии, состоявшейся на Международной конференции, посвященной 100-летию А. А. Фридмана (Ленинград, 1988) [3]. Эту дискуссию следует сопоставить с содержанием новейшего анализа философских проблем космологии в [4].

² Поэтому любая интерпретация философской проблемы космологии имеет смысл только при условии описания философской *системы* [1, с. 12], на основе которой дается интерпретация. В противном случае эта интерпретация будет так же бессодержательна, как описание любого явления без указания системы отсчета, относительно которой ведется описание.

³ Истинным (по отношению к определенной предметной области) теоретическим знанием обычно считается такое *умозрительное* знание, которое объясняет известное эмпирическое знание и предсказывает (в согласии с наблюдениями в исследуемой области) новое *эмпирическое* знание.

теоретик — не тот, кто может за 20 млн долларов совершить туристическую поездку на Луну, а тот, кто обладает необъятным творческим воображением, позволяющим конструировать новые умозрительные модели. Без должной смелости в таком конструировании нельзя достичь существенного прогресса в космологии. Однако подобная смелость при столь крупномасштабных обобщениях связана с огромным риском. Поэтому нельзя не согласиться с известным мнением академика В. Л. Гинзбурга о праве космолога на ошибку, сочетающемся с его обязанностью знать и уважать результаты предшественников. Новая космологическая модель должна не просто отвергать старую, но учитывать ее как некоторый предельный случай (фрагмент нового).

Обычный аргумент против умозрительных построений — ограниченность любых мысленных конструкций без опоры на опыт. При этом часто игнорируется «обратный» аргумент — ограниченность того же опыта без гипотетического прогноза. Чтобы преодолеть ограниченность опыта, проявляющуюся прежде всего в его неполноте, надо иметь какую-то гипотетическую перспективу, т. е. знать, в каком направлении следует двигаться. Наиболее надежным указателем такого направления являются теоретические парадоксы в старой космологической модели [5]. Примером одного из таких парадоксов является допущение о происхождении всей материальной Вселенной «из ничего», причем «там» и «тогда», «где» и «когда» не было никаких «там» и «тогда». Подобное предположение несовместимо со сформировавшимся в европейской культуре в XVI–XIX вв. научным мировоззрением, которое подразумевает требование соответствия любых умозрительных моделей принципам детерминизма и рациональности и безусловную недопустимость отбора новых моделей на основе принципов индетерминизма и иррациональности⁴.

Новая умозрительная модель, связанная с новым направлением исследований, может иметь значительную эвристическую ценность, если она позволяет связать разные проблемы, поставленные старой моделью и казавшиеся независимыми, в единый узел — обнаружить эстетически привлекательную логику там, где ее как будто бы не было, отыскать скрытое единство в запутанном многообразии, элегантную простоту в дезориентирующей сложности (*принцип проблемной простоты* или, что то же, методологической красоты).

Таким образом, следует различать истинность модели и ее *правдоподобие*. Правдоподобие модели связано с ее объяснительной, а истинность — с предсказательной функцией; другими словами, правдоподобие — с тем, насколько «красиво» она объясняет наблюдаемые закономерности, а истинность — с тем, насколько успешно предсказывает новые. Из сказанного следует, что правдоподобие является дорогой к истине, но отнюдь не гарантирует достижение истины. Оно лишь повышает вероятность достижения истины.

Одним из главных препятствий на пути к правдоподобной космологической модели является смешение понятий «Метагалактика» и «Вселенная». На совре-

⁴ Когда Нильс Бор говорил о допустимости в неклассической физике XX в. «безумных» моделей, он имел в виду относительно, а не абсолютно безумные модели. Речь шла о необходимости только таких моделей, которые совместимы с основными принципами научного мировоззрения и предполагают безусловный отказ от «методологического анархизма» (П. Фейерабенд). Примером такого анархизма может служить следующее высказывание: «Говоря о времени, можно сказать образно, что *было* время, когда времени еще не было» (курсив мой. — В. Б.) [6, с. 181].

менном уровне наших знаний под Метагалактикой подразумевается совокупность всех наблюдаемых галактик. Крупномасштабная структура этой совокупности, по причине ее огромной сложности, пока остается открытой проблемой. Следовательно, Метагалактика есть *наблюдаемая* часть Вселенной. Вселенная охватывает весь материальный мир — как наблюдаемый, так и тот, который станет доступен наблюдению в будущем. Таким образом, Вселенная (U) с философской точки зрения существенно неоднородна. На любом этапе социального развития она состоит из двух частей:

$$U = U_0 + U_\infty,$$

где U_0 — наблюдаемая часть (Метагалактика), а U_∞ — ненаблюдаемый остаток (в рамках научного мировоззрения обычно считающийся бесконечным).

Поскольку с точки зрения *научного* мировоззрения за пределами U ничего нет, U по определению является *замкнутой* и *равновесной* термодинамической системой. Но отсюда сразу следует, что как U_0 , так и U_∞ являются *открытыми* и *неравновесными* системами (если они подчиняются закону всемирного тяготения и второму началу термодинамики, что вполне правдоподобно). Однако наряду со сходством между U_0 и U_∞ возможно также (весьма правдоподобное) различие: если U_0 конечна, а U_∞ бесконечна, то в обеих системах вследствие их взаимодействия друг с другом может иметь место не только увеличение, но и уменьшение энтропии $\pm\Delta S$. При этом уменьшение энтропии должно происходить неодинаково: в U_∞ возможно только локальное уменьшение, а в U_0 — *глобальное*. Это значит, что в Метагалактике могут появляться без какого бы то ни было нарушения второго начала термодинамики и без участия внешнего дизайнера (организатора) сколь угодно сложные и хитроумные структуры не только мезо-, но и мегамасштаба⁵.

Из сказанного ясно, что проблема построения адекватной реальности космологической модели Вселенной сводится к построению не U , а U_0 (т. е. к проблеме крупномасштабной структуры Метагалактики).

Из того, что Метагалактику U_0 нельзя отождествлять со Вселенной U , следует важный вывод: U_0 как *диссипативная* структура подвержена *самоорганизации* (а не организации). Нарушителем равновесия в U является U_∞ , но тепловая энергия, поступающая из U_∞ в U_0 , служит не причиной, а поводом для спонтанного возникновения сложных макроструктур в U_0 ⁶. Имеет место не одностороннее действие U_∞ на U_0 , а *взаимодействие* U_0 и U_∞ (гипотетический гиперспиновый цикл, рис. 1)⁷.

⁵ Но для этого требуется бесконечность U_∞ , ибо для «сбрасывания» огромного количества избыточной в U_0 энтропии потребуется очень большой резервуар.

⁶ Аналогично тому, как это происходит, например, при образовании так называемых «ячеек Бенара» в гидродинамике.

⁷ В философской литературе XIX–XX вв. неоднократно обсуждался конфликт, по видимости существующий в природе между тенденцией конечных материальных систем к регрессу (увеличению энтропии) и прогрессу (уменьшению энтропии). С возникновением термодинамики открытых систем (И. Пригожин, 1960-е годы) стало ясно, что этот конфликт является мнимым, ибо рост энтропии происходит в замкнутой (неспособной к обмену энергией и веществом со средой), а уменьшение — в открытой системе.

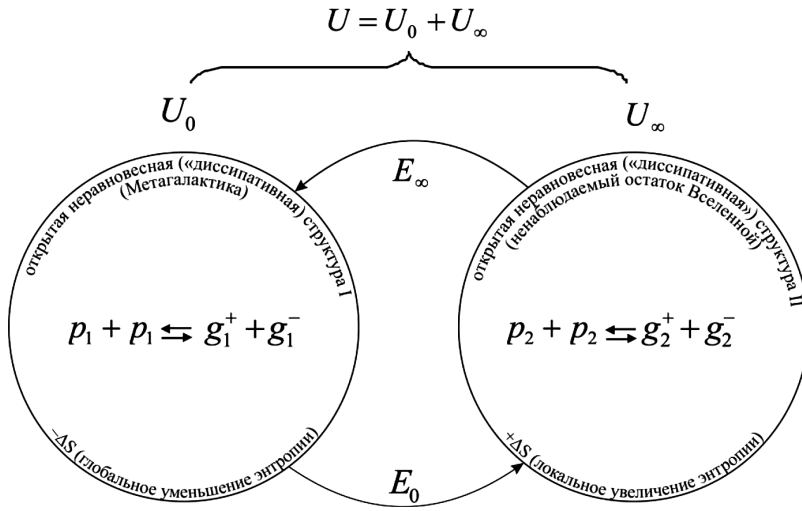
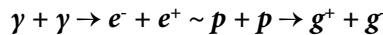


Рис. 1. Вселенная как замкнутая равновесная («консервативная») структура

Обозначения: p — протоны; ΔS — изменение энтропии; g^+ , g^- — гиперчастицы (стандартные фермионы с нестандартным спином); $p + p \rightarrow g^+ + g^-$ (рождение и аннигиляция гиперспиновых пар); E_0 — тепловая энергия, передаваемая из U_0 в U_∞ ; E_∞ — тепловая энергия, передаваемая из U_∞ в U_0

Обмен энергией и веществом между U_0 и U_∞ (гиперспиновый цикл — «вечный двигатель III рода») исключает «тепловую смерть» Вселенной.

Можно предположить, что при сверхвысоких энергиях существует ограничение на массу покоя у продуктов реакции, подобно тому как в релятивистской механике невозможно движение частиц с $m_0 \neq 0$ и $v \geq c^8$. С ростом энергии сталкивающихся частиц все меньшая доля энергии передается частице-мишени. Это означает невозможность возникновения планкеона, или макрона, — элементарной частицы с $m_0 = 10^{-5}$ г (академик М. А. Марков не случайно назвал эту частицу «максимомом»). Второе допущение связано с возможным существованием в области сверхвысоких энергий взаимодействия (близких к 10^{19} ГэВ) такого нового калибровочного оазиса, в котором высокоэнергичные протоны ведут себя подобно высокоэнергичным фотонам:



Здесь вместо максимона может родиться одна из гиперспиновых пар, состоящая из стандартных фермионов с нестандартным значением спина $S = \frac{3}{2}, \frac{5}{2}, \frac{7}{2}$ и т. д. (либо это гиперпротон и антигиперпротон; гипернейтрон и антигипернейтрон; гиперэлектрон и антигиперэлектрон). При охлаждении совокупности таких частиц из них образуются гиперспиновые атомы, составляющие принципиально новое гиперспиновое вещество. Принципиальная новизна его состоит в *несоответствии*

⁸ Образование гиперспиновых пар при сверхвысоких энергиях взаимодействия протонов можно, по-видимому, интерпретировать как столь долго и безуспешно искомое явление «распада протона».

разности энергетических уровней его атомов величине квантов, излучаемых и поглощаемых атомами обычного вещества. Нетрудно догадаться, что такое вещество для обычного вещества оптически ненаблюдаемо, что может дать ключ к *пониманию загадочной природы «темной» материи (dark matter)*. А эта проблема, как и проблема происхождения «темной» энергии, входит в круг наиболее фундаментальных проблем современной космологии. Дело в том, что гипервещество не может оптически взаимодействовать с обычным веществом, с обычным антивеществом и гипервеществом *другого* спина. Но оно должно взаимодействовать с гипервеществом *одинакового* с ним спина (гиперспиновая аннигиляция). Поскольку масса покоя гиперспиновых частиц должна быть очень велика, при их взаимодействии должна выделяться очень большая энергия, и кажется вполне правдоподобным, что такая энергия может быть истолкована как давно обнаруженная в астрофизике так называемая «темная» энергия. Возможно, именно с гиперспиновой аннигиляцией связаны некоторые космические явления катастрофического характера (большие и малые взрывы, вспышки сверхновых звезд, γ -всплески и т. п.).

Если гипераннигиляция должна наблюдаться при сближении гиперчастиц, то при их удалении друг от друга можно ожидать их перемешивания с обычными частицами. Это позволяет понять, почему в обычных космических структурах могут появляться включения из гипервещества.

Из сказанного следует, что построение эвристически эффективной модели Метагалактики невозможно без новой *космомикрофизики*, основанной на нетривиальном синтезе релятивистских и квантовых принципов (т. е. принципов специальной теории относительности (СТО) и нерелятивистской квантовой механики (НКМ)). Последовательный синтез СТО и НКМ связан с квантованием *плоского* пространства-времени. Таким синтезом в 20–30-х годах XX в. интенсивно занимались Дирак, Вигнер, Снайдер и др. Но во второй половине XX в. синтез свели к построенной к этому времени квантовой теории поля (квантовой электродинамике — Томонага, Швингер, Фейнман и Дайсон). Таким образом, произошел коренной методологический поворот: квантование плоского пространства-времени было заменено квантованием *искривленного* пространства-времени и тем самым сведено к квантованию гравитационного поля [7]. Между тем искривление пространства-времени в ультрамалых масштабах столь мало, что им не только можно, но и должно пренебречь. Ссылки же на раннюю стадию расширения Вселенной содержат замаскированный логический круг, ибо они уже предполагают, что при очень малых пространственных масштабах пренебречь «искривлением» можно, а при очень малых временных — нельзя (проблема сингулярности в релятивистской космологии).

Таким образом, с методологической точки зрения современная проблема квантовой гравитации очень напоминает проблему подвижности механического эфира («эфирный ветер»), стоявшую сто лет назад, и попытки на рубеже XX–XXI вв. строить квантовую теорию гравитации по аналогии со строительством квантовой теории электромагнитного поля сходны с попытками строить эфирную теорию гравитационного поля по аналогии с эфирной теорией электромагнитного поля на рубеже XIX–XX вв. Кажется более перспективным метод Эйнштейна: отказ от классического принципа относительности Галилея и переход к специальному принципу относительности. Такому подходу может соответствовать дальнейшее развитие и обобщение специального принципа относительности (его замена так называемым

квантовым принципом относительности, учитывающим объективную «бестраекторность» движения микрочастиц и относительность этого движения, — переход от квантовой теории гравитации к квантовой теории относительности) [1, с. 382–387; 7, с. 295–299; 8, гл. 2].

2. Фрактально-релятивистская космология (ФРК)⁹. Как известно, центральной для современной космологии является проблема крупномасштабной структуры Метагалактики. Суть проблемы: ближний космос (мир галактик на расстояниях < 200 Мпк) неоднороден и анизотропен, дальний же (> 200 Мпк) однороден и изотропен. Со времени Коперника существует так называемый *космологический постулат*, который гласит, что однородность и изотропность космоса простирается на всю Метагалактику. В то же время по мере расширения наблюдаемой Вселенной граница неоднородности и анизотропии имеет тенденцию расширяться (по некоторым сведениям она начинается с 300, 400 и даже 600 Мпк). Существует, однако, и альтернативное мнение, согласно которому Метагалактика подчиняется так называемому принципу *себеподобия* (самоподобия, *self-similarity*), гласящему: на каких-то расстояниях от точки наблюдения структура некоторых частей Метагалактики должна совпадать со структурой целого (целое должно воспроизводиться в тех или иных частях). Такое свойство Метагалактики несовместимо с космологическим постулатом, ибо нарушает подразумеваемую им однородность и изотропию Вселенной в целом (заменяя «гладкую» Метагалактику «шероховатой»).

К 1980 г. один из наиболее знаменитых математиков XX в. Бенуа Мандельброт обобщил математические исследования, посвященные количественному описанию себеподобных структур, и назвал эти структуры *фракталами* [10; 11, с. 19, 40]. В скором времени выяснилось, что применение теории фракталов (фрактальной геометрии) может открыть совершенно новые и очень заманчивые перспективы в развитии современной космологии. В этом проявился уже упоминавшийся принцип проблемной простоты (решение одной проблемы открывает новые способы решения и таких проблем, которые, казалось бы, никак с ней не связаны).

Радикальная новизна фрактального подхода в космологии обнаруживается в полной мере при одновременном применении построенной к 1968 г. лауреатом Нобелевской премии Ильей Пригожиным термодинамики *открытых систем* [12–13]. Речь идет об объединении теории фракталов с теорией диссипативных структур. Это значит, что в космологию вводятся не какие угодно фракталы, а те, которые имеют *диссипативный* характер, т. е. являются открытыми физическими системами, существующими лишь при условии постоянного обмена со средой энергией и веществом. В космических структурах себеподобие объединяется с диссипацией, что и придает им парадоксальный «неземной» характер.

Нетрудно заметить, что противопоставление космологического постулата и принципа себеподобия можно поставить под сомнение. Можно представить такую структуру, в которой однородность, изотропия периодически сменяется неоднородностью, анизотропией. В применении к Метагалактике следует различать фрактальность в пространстве, во времени и в пространстве-времени. Первую мож-

⁹ Хотя традиционная теория расширяющейся Вселенной (теория Большого взрыва) сохраняет свою популярность, постепенно намечается новое направление, связанное с теорией фракталов. «В космологию проникают также представления о фрактальном строении Вселенной» [9, с. 70]. — См., напр.: [10].

но условно назвать эллиптическим фракталом (рис. 2), вторую — параболическим (рис. 3), третью — спиралевидным (рис. 4). Поскольку все эти структуры являются диссипативными, в каждой из них, благодаря самоорганизации космической материи, следует ожидать образования крупномасштабных структур (наподобие, например, ячеек Бенара в классической гидродинамике). Назовем их условно ячейками Декарта (по аналогии с картезианскими вихрями в XVIII в.), Броуна (по аналогии с броуновским движением, XIX в.) и Мандельброта (XX в.).

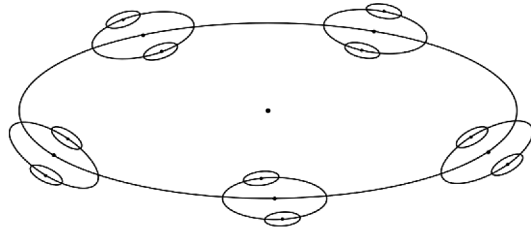


Рис. 2. Эллиптический фрактал
(принцип самоподобия в пространстве)

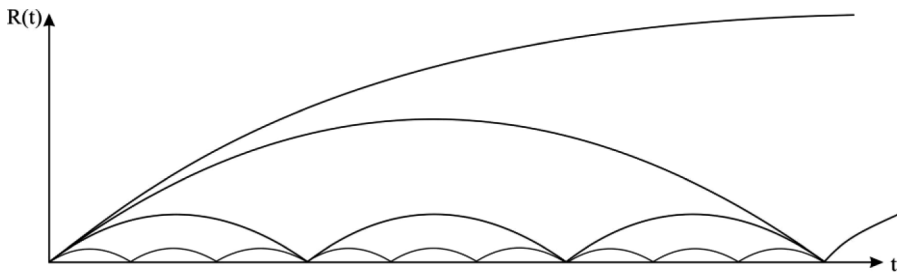


Рис. 3. Параболический фрактал (принцип самоподобия во времени)

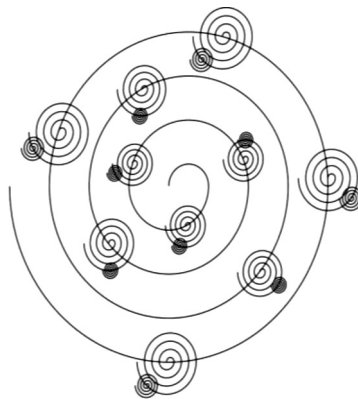


Рис. 4. Спиралевидный фрактал
(принцип самоподобия в пространстве — времени)

Образование крупномасштабных ячеек («сот») является первым этапом космической самоорганизации. Но этим дело не ограничивается: далее самоорганизация продолжается внутри ячеек. При этом каждый раз исследователь должен столкнуться с некоторым парадоксом. В случае эллиптического фрактала это проблема происхождения планетоидов — простейших себеподобных систем, состоящих из звезд, планет и спутников (частным случаем планетоида является наша Солнечная система). Со временем следует ожидать открытия и более сложных планетоидов, у которых, возможно, имеются кратные звезды и многоярусные спутники (т. е. спутники у спутников). Некоторые из таких систем могут оказаться неустойчивыми, однако благодаря диссипации вещества и энергии возможны и такие, которые могут приобрести устойчивость. Первый парадокс, связанный с образованием таких фракталов, — это аномальное перераспределение момента импульса между более массивными и менее массивными телами. Такой парадокс удобно назвать ротационным.

С более сложной и более загадочной ситуацией исследователь имеет дело, когда изучает параболический фрактал. Здесь нам приходится различать понятия локальной и глобальной самоорганизации (см. рис. 3)¹⁰. Глобальная самоорганизация формируется на почве локальной, охватывающей не всю Метагалактику, а только какую-то ее часть; таким образом, мы встречаемся с *иерархией* локальных самоорганизаций разной степени сложности. При этом имеется ограничение, так сказать, и сверху и снизу. Дальнейший анализ показывает, что как в локальной, так и в глобальной самоорганизации нужно различать восходящую («расширение») и нисходящую («сжатие») ветви. Первая связана с переходом от некоторого единства — космического «порядка» к некоторому многообразию — космическому «хаосу»; вторая, наоборот, — с переходом от многообразия к единству (от космического «хаоса» к космическому «порядку»). То, что является сингулярной точкой в традиционной модели, оказывается здесь бифуркационной точкой (точкой «самоорганизованной критичности», развилкой множества возможных сценариев), причем имеется много таких точек. Понятие глобального Большого взрыва теряет смысл: таких взрывов может быть *множество*, и все они имеют *приближенный* характер. Далее ситуация усложняется еще больше: при истолковании бифуркационных точек в процессе космической самоорганизации в точном математическом смысле мы неизбежно приходим к тому, что можно было бы назвать креационистским парадоксом, — к утверждению, что Метагалактика как целое «возникает из ничего», причем «там» и «тогда», «где» и «когда» не существует никаких «там» и «тогда».

Такая интерпретация космических процессов несовместима с *научным* мировоззрением, а следовательно, и с научной методологией, предполагающей справедливость принципов детерминизма и рациональности¹¹, без которых невозможна

¹⁰ «Качественные иллюстрации не только помогают разобраться в уже известных понятиях, но и незаменимы при поиске новых концепций и создании новых теорий» [9, с. 40].

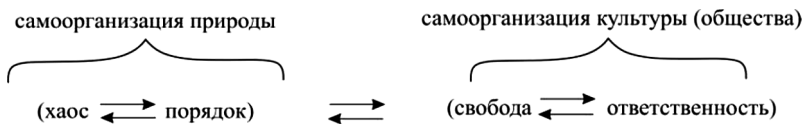
¹¹ Можно спросить: кто ответствен за самоорганизацию космоса? Почему она вообще имеет место? В таком вопросе уже содержится парадокс, ибо этот вопрос предполагает, что у самоорганизации есть организатор (дизайнер, менеджер и т. п.). Но тогда она не является самоорганизацией, а есть лишь замаскированная форма организации. При строго научном подходе (не уподобляющем развитие природы человеческой деятельности, т. е. избегающем антропоморфного метода в интерпретации космических процессов) выясняется, что самоорганизация *самодостаточна*: ни хаос, ни порядок не являются первичными состояниями космической реальности. Таким состоянием может быть только их взаимопереход друг в друга (хаос \Leftrightarrow порядок).

научная дискуссия. Отказ от научной методологии при анализе космических процессов связан с еще одной трудностью, которую можно назвать телеологическим парадоксом. Если креационистский парадокс вытекает из несовместимости самоорганизации Метагалактики с ее рождением «из ничего»¹², то телеологический парадокс предполагает несовместимость самоорганизации Метагалактики с существованием цели (плана, программы, замысла и т. п.) как движущей силы ее создания («для чего»). Оба указанных вопроса имеют смысл только при отрицании самоорганизации и замене ее организацией¹³.

Итак, наиболее глубокая философия, лежащая в основании современной космологии, заключается в двух описанных выше парадоксах — креационистском и телеологическом. Первый предполагает несовместимость последовательного научного мировоззрения с творением Метагалактики «из ничего», второй — с творением Метагалактики «для чего-то».

3. Антропный принцип в синергетическом истолковании [2; 15–16]. Как бы ни была сложна и трудна проблема строения и эволюции Метагалактики, она бледнеет по сравнению с проблемой появления в ней человека (антропогенез) и тенденцией к превращению его в процессе развития его социальной деятельности в сверхчеловека (суперменез). Здесь мы сталкиваемся с еще одним фундаментальным парадоксом (назовем его антропным): мы должны признать, что появление человека в Метагалактике есть дело либо *чистого* («слепого») случая, вероятность которого катастрофически мала, либо несовместимой с научным мировоззрением *мистической необходимости*. В обоих вариантах проблема не имеет рационального объяснения и остается неразрешимой загадкой. Указанный парадокс с особой выразительностью описал Б. Паскаль (XVII в.), отметив угнетающий и подавляющий человека контраст между разнообразием и великолепием космических миров и трагическим одиночеством человечества при кажущейся бессмысленности его существования: «Вечное молчание этих бесконечных пространств ужасает меня» (цит. по: [17, с. 207]). Особое недоумение вызывает отсутствие в доступной нам Метагалактике других не только мыслящих, но хотя бы просто живых существ (существование которых было предсказано Д. Бруно еще в 1584 г.).

Рассмотренная в предыдущем разделе фрактально-релятивистская модель показывает, что возникновение человека во Вселенной не случайно и не мистично, а вполне объяснимо в рамках научного мировоззрения. Оно обусловлено фундаментальным противоречием между *хаосом* и *порядком* в природе, которое в наиболее строгой форме может быть описано следующим образом:



¹² Самоорганизация предполагает рождение не из «ничего», а из «самого себя».

¹³ Вера убежденных сединой академиков в возможность возникновения Метагалактики «из ничего» очень напоминает веру ребенка в его таинственное появление под новогодней елкой, куда его странным образом принес «добрый Дедушка Мороз» (см., напр.: [14, гл. 6, 10]).

Эта схема есть не что иное, как наиболее общая формулировка так называемого антропного принципа (Б. Картер, 1973). Антропный принцип определяет причину появления во Вселенной *человека*, но не ограничивается этим: он предсказывает неумолимую тенденцию к превращению человека в *сверхчеловека* (т. е. такого человека, который соответствует *общечеловеческому* идеалу человека, формирующемуся и постепенно реализующемуся в «конце истории»¹⁴). Превращаясь в сверхчеловека, человек парадоксальным образом «уничтожает себя», но такое самоуничтожение в высшей степени оптимистично, ибо это лучшая школа управления космосом (антропокосмизм).

Суть антропного принципа в его синергетической интерпретации фактически сводится к следующему: изначальный конфликт между хаосом и порядком в природе имеет тенденцию к перерастанию в конфликт между хаосом и порядком в обществе, где он принимает форму конфликта между свободой и ответственностью в культуре. Но чтобы в природе сформировалась какая-то культура, необходимо, чтобы в Метагалактике появилось не просто живое и даже не просто мыслящее существо, а *идеологическое* существо (служащее некоторому идеалу, т. е. не просто думающее, но задумывающееся над смыслом своей жизни¹⁵, который заключается в реализации соответствующего идеала). Другими словами, суть антропного принципа состоит в том, что появление человека в Метагалактике не только возможно, но и необходимо не в качестве чьей-то цели, а в качестве эффективного *средства* для *перерастания* конфликта между хаосом и порядком в природе в конфликт между свободой и ответственностью в культуре.

Таким образом, антропный парадокс может быть разрешен рациональным образом и без какой бы то ни было мистики с помощью закона самоорганизации космической материи. В отличие от организации, которая абсолютизирует либо устойчивость («стабильность»), либо изменчивость («обновление»), самоорганизация предполагает поиск гармонического (сбалансированного) соответствия между тем и другим. На графическом языке это синтез круга — «сохранения» и восходящей прямой — «обновления» (рис. 5).



Рис. 5. Спираль как диалектический синтез окружности и прямой (философская аллегория бренности и вечности бытия)

¹⁴ Следовательно, антропный принцип в его синергетическом истолковании согласуется с принципом исторического оптимизма. При этом именно фрактально-релятивистская модель Метагалактики хорошо вписывается в рамки антропного принципа в синергетической интерпретации, исключая исторический пессимизм многих стандартных моделей.

¹⁵ Ни одно животное в мире (кроме человека) не задумывается над смыслом своей жизни.

Вот почему Гегель и другие философы приписывали спиральной форме развития привилегированное положение.

Выдающийся математик XVII в. Яков Бернулли, первый в знаменитом роду, придавал особое значение так называемой логарифмической спирали, которую он даже назвал «золотой». Именно она наиболее адекватно выражает синтез изменчивости и устойчивости, бренности и вечности в процессе самоорганизации. Он так был захарован этой идеей, что даже завещал выгравировать ее на своем надгробии в Базельском соборе в виде следующей эпитафии: «Изменяясь, воскресаю неизменным».

Закон самоорганизации космической материи имеет не только теоретическое, но и эмпирическое обоснование. Если первое связано с антропным парадоксом, то второе — с фундаментальной ролью «спирального узора» в крупномасштабной структуре Метагалактики¹⁶.

Как известно, Метагалактика состоит из гигантских звездных островов, называемых галактиками, около 80% которых имеют спиральную форму¹⁷. «Спиральные ветви галактик — пожалуй, *самое живописное* из космических явлений. У них сложный рисунок, динамическая форма и ограниченное многообразие структур *при единстве* главных черт. По-видимому, большая часть спиральных структур галактик напоминает *логарифмическую спираль*» (курсив мой. — В. Б.) [19, с. 187]. Общеизвестно эмоциональное отношение не только широкой публики, но и выдавших виды профессиональных космологов к этой структуре: «Зрелище фотографии блистающей спиральной галактики, полученной в современном гигантском телескопе, вызывает чувство благоговения; таинственные тусклые изображения галактик способны захватывать дух»¹⁸ [20, с. 16] (см., например, рис. 6).

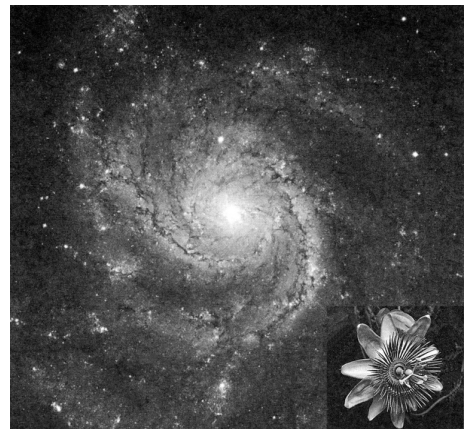


Рис. 6. Эмпирическое проявление самоорганизации материи «в большом» (галактика) и «в малом» (цветок, пропорции которого следуют золотому сечению)

¹⁶ Далеко не все галактики имеют четкий спиральный узор, но различные отклонения от этого узора (те или иные его искажения) ввиду *диссипативности* этих структур в принципе могут быть объяснены возмущающим влиянием внешних гравитационных и турбулентных факторов. Другими словами, сами отклонения от спирального узора можно рассматривать как косвенные следы (отголоски) существования такого узора в прошлом (или будущем).

¹⁷ Существует не менее семи различных гипотез относительно их происхождения и не меньшее разнообразие точек зрения относительно закона распределения космической материи (проблема крупномасштабной структуры Вселенной) [18, гл. 1–2].

¹⁸ На мысль об особом статусе логарифмической спирали наводит и количественное преобладание этого типа галактик. Маловероятно, чтобы их доминирование было чисто случайным обстоятельством.

Перейдем теперь к качественному и количественному описанию закона самоорганизации космической материи. В отличие от организации, подчиняющейся либо циклической, либо линейной модели развития, самоорганизация, как мы видели, предполагает *нелинейный* сценарий и, следовательно, *спиральную* форму развития. Однако спирали могут иметь различную форму (рис. 7).

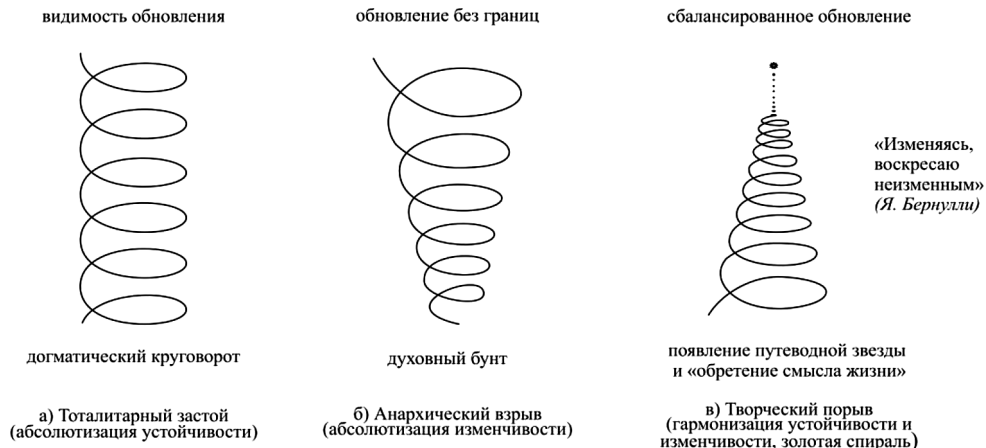


Рис. 7. Качественное описание закона самоорганизации. Основные типы спиралей (а, б, в), представляющие философский интерес

Для того чтобы особенности самоорганизации получили наиболее адекватное выражение, необходимо, чтобы спиральный сценарий обладал следующими свойствами:

1. Должно иметь место связывание в единый узел широкого кластера классических противоположностей — обратимости и необратимости, повторяемости и неповторимости, традиционности и новаторства, симметрии и асимметрии, дифференциации и интеграции, иерархизации и деиерархизации, усложнения и упрощения, увеличения и уменьшения, притяжения и отталкивания и т. д. и т. п. Связывание в единый узел описанных противоположностей эквивалентно их диалектическому синтезу на основе синтеза таких фундаментальных свойств космической реальности, как изменчивость («бренность») бытия и его устойчивость («вечность»), и такой синтез как раз характерен для золотой спирали (рис. 8).

2. Второй характерный признак золотой спирали состоит в том, что единство устойчивости и изменчивости, которое достигается при данном сценарии, само является устойчивым (обладает положительной обратной связью). Это проявляется в том, что подобная спираль оказывается *сужающейся* (рис. 7в). Последующие петли самоорганизации означают повторение прежнего пути (извлечение уроков из прошлого, обучение на собственных ошибках и сокращение прошлого опыта — так сказать, извлечение уроков из самих уроков).

3. В результате указанного самообучения намечается тенденция к появлению особого *предельного* состояния (суператтрактора) самоорганизующейся системы, которое достижимо только в потенциальной бесконечности (происходит своео-

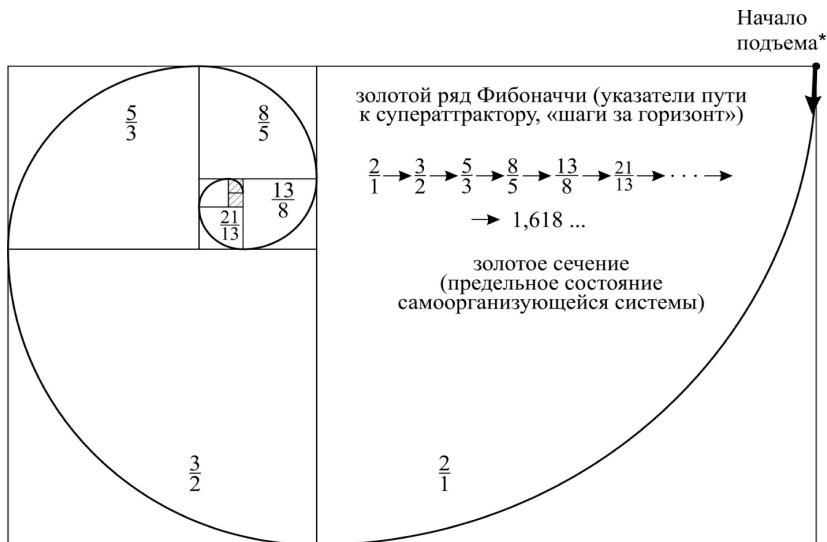


Рис. 8. Количественное описание закона самоорганизации (золотая спираль на языке математики; золотая винтовая лестница, ведущая с идеологической «земли» на идеологическое «небо»)

* Для подъема необходимо «идеологическое» животное (никакое другое животное выполнить этот подъем не в состоянии)

бразное «оконечивание» бесконечного)¹⁹. Количественное описание этого процесса было дано итальянским философом и математиком Леонардо Пизанским (Фибоначчи, XIII в.), а затем развито Леонардо да Винчи (XVI в.).

Из сказанного ясно, что культ золотой спирали как предпочтительной формы выражения закона самоорганизации космической материи имеет серьезное, строго научное обоснование и потому свободно от какой бы то ни было мистики. Однако еще более интересные явления обнаруживаются при количественном описании обсуждаемой закономерности.

Если объединить результаты качественного и количественного исследования самоорганизации Метагалактики, трудно будет избежать впечатления о существовании в Метагалактике своеобразного «золота» 5-й пробы: мы видим золотую спираль, золотую винтовую лестницу (почти буквально ведущую с Земли на небо; см. рис. 8), золотой ряд чисел Фибоначчи, знаменитое «золотое сечение» и золотую асимптотическую точку (суператтрактор). Фрактально-релятивистская модель включает как локальное чередование расширения (разбегания) и сжатия (сближения) галактик, так и их *глобальное* расширение и сжатие. Стало быть, фрактально-релятивистская модель содержит стандартную модель, но не ограничивается ею. Более того, эта ее особенность в принципе эмпирически проверяема, ибо она может быть обнаружена путем наблюдения глобального красного и фиолетового смещения спектральных линий. Человек с богатым художественным воображением при восприятии подобных терминов испытывает «благоухание» пифагорейской мистики

¹⁹ Под «оконечиванием» бесконечного в золотой спирали имеется ввиду сужение спирали и появление у нее асимптотической (бесконечно удаленной) точки (рис. 7в).

чисел. Но если внимательно присмотреться к той фрактально-релятивистской модели, которая была сконструирована в предыдущем разделе, нетрудно представить, каким образом в рамках строго научного мировоззрения можно осуществить настоящую *демистификацию* указанных феноменов [21]. Мистическое чувство связано с эмоциональным отношением к тайне, поэтому после ее разоблачения для этого чувства не остается почвы.

Чтобы убедиться в этом, подведем общий итог той фрактально-релятивистской концепции (ФРК), которая вкратце изложена во втором разделе данной статьи²⁰. Если при решении проблемы крупномасштабной структуры Метагалактики исходить из гармонического сочетания космологического постулата («гладкой», т. е. однородной и изотропной структуры) и принципа самоподобия (фрактальной, т. е. неоднородной и анизотропной структуры), то следует признать высокую степень правдоподобия такой космологической модели, как описанный выше *спиралевидный фрактал* (рис. 4). Нетрудно заметить его сходство с некоторыми фрагментами самого сложного из известных сейчас математических объектов — множества Мандельброта [22, с. 74–76]. Фрактальность пространственно-временного континуума предполагает фрактальность пространства и времени по отдельности, вследствие чего данная модель, как уже отмечалось, автоматически включает в качестве фрагментов и стандартные релятивистские модели (в частности, Фридмана). То, что в стандартной космологии называется Большим взрывом, в ФРК может стать множественным взрывом, а сингулярность может стать лишь приближенной (см. рис. 3). При этом в рамках Метагалактики нужно различать *локальную* и *глобальную* самоорганизацию (см. рис. 3) — чередование состояний хаоса и порядка в локальной области и в интегральном целом. Заслуживает особого внимания новое объяснение происхождения фундаментальной роли «спирального узора» во Вселенной: *спиральный* характер самоорганизации оказывается результатом синтеза эллиптических и параболических самоорганизаций, что предполагает чередование сжатий (скучивание, сближение, иерархизация, интеграция) и расширений (фрагментация, разбегание, деиерархизация, дифференциация) как структур, так и сценариев их преобразования.

Если принцип самоподобия оказывается справедливым не только локально, но и глобально, то структура Метагалактики должна совпадать с иерархией супергалактик (рис. 4), а супергалактики не сводятся ни к хаотическим скоплениям, ни к хаотическим сверхскоплениям галактик, но представляют собой совершенно новые способы упорядочения космических структур (имеющие, однако, — ввиду фундаментальной роли в ФРК «спирального узора» — сходство со структурой обычных галактик)²¹. Ответственность за создание столь сложного дизайнера в рамках научного мировоззрения следует возложить не на чью-то заблаговременно и тщательно продуманную цель (субъективный образ, связанный с существованием сознания), а на

²⁰ Как было показано выше в разделе 2 (см. рис. 2–4), фрактальность предполагает совпадение новой части нового целого со структурой прежнего целого, т. е. возвращение прежней целостной структуры на новом структурном уровне (см. множество Мандельброта в [22]). «По нашему мнению, восхитительно, что в современных космологических моделях есть место и для однородности и для фрактальности. Оказалось, что интуиция Эйнштейна и Мандельброта ухватила фундаментальные свойства Вселенной» [10, с. 388].

²¹ «Самоорганизованная критичность» (на языке синергетики); «переход количественных изменений в качественные» (Гегель — на языке классической философии).

особый тип стихийного *отбора*. Космический естественный отбор, вероятнее всего, представляет собой результат взаимодействия следующих трех факторов:

а) из чего производится выбор: множество новых объектов возможных способов реструктуризации космической материи (творческая роль хаоса);

б) кто несет ответственность за выбор: взаимодействие гравитационной и гидродинамической неустойчивости космической материи (взаимодействие гравитации и турбулентности, притяжения и отталкивания);

в) на основании чего производится выбор: закон максимальной устойчивости данной бифуркационной структуры в данных космических условиях (сбалансированное равновесие противоположных свойств космической материи — положительных и отрицательных зарядов, частиц с дробным и целым спином, со светлой и темной массой и т. п.).

Космический естественный отбор, который, как и всякий естественный отбор, «изошрен, но не злонамерен» (А. Эйнштейн), кроме уже отмеченных, таит в себе еще по крайней мере два замечательных, но довольно странных следствия:

1. Неизбежность появления во Вселенной еще до появления в ней человека (и превращения его в сверхчеловека) объективной гармонии (единства контраста и равновесия), а следовательно, и *объективной («общечеловеческой») красоты*. Достаточно вспомнить многочисленные описания «красоты фракталов» [23]. В таких описаниях в частночеловеческой красоте видится, так сказать, невооруженным глазом общечеловеческая красота — вопреки очень популярному сейчас космологическому постулату, согласно которому в нефрактальной («гладкой») Вселенной должны царить унылое однообразие и бесконечная скука («тоска отсутствия фракталов»).

2. Возможность принципиально нового подхода к расшифровке загадки «молчания» инопланетян (с 1584 г.) в Метагалактике. В результате самоорганизации космической материи возможно возникновение инопланетян в некоторых планетоидах, расположенных в других галактиках, существующих, в свою очередь, в неких супергалактиках. Благодаря *самоорганизации* пространственно-временного континуума в нем возникают ячейки Мандельброта, имеющие так называемый горизонт видимости (вследствие конечности скорости распространения силовых взаимодействий). Из-за этого ограничения между такими ячейками невозможен обмен световыми сигналами, поэтому их обитатели объективно существуют, будучи с точки зрения землян «*принципиально ненаблюдаемыми*» (космическими отшельниками, космическими узниками). Такие существа становятся как бы созданными самой природой кантовскими «вещами в себе» (философскими невидимками)²². По отношению же к ним такими невидимками являются обитатели Земли.

Наконец, полезно сделать еще одно замечание. Несмотря на большой риск широкомасштабных космологических обобщений, в котором автор отдает себе полный отчет, следует признать, что космология без философии — это (как сказал по другому поводу Мопассан) примерно то же, что яичница без соли.

²² Однако та же самоорганизация космической материи, которая препятствует общению обитателей космоса в одних регионах, может столь же успешно способствовать этому общению в других. Для этого обитателям космоса надо научиться управлять его локальной пространственно-временной структурой.

Чтобы преодолеть противоположность между хаосом и порядком в природе (без чего невозможно выживание), нужно предварительно перевести эту противоположность на язык противоположности между хаосом и порядком в культуре. А этот язык эквивалентен языку взаимоотношений между свободой и ответственностью в обществе. Последние же предполагают способность взглянуть на взаимоотношение хаоса и порядка, так сказать, «со стороны», что равносильно обретению способности не только к особому (психическому) отражению объективной реальности, но и к отражению самого этого первичного отражения. Такое вторичное отражение ведет к появлению способности к самоанализу и самооценке. Живое существо, обладающее этими способностями, выходит за пределы мира инстинктов и попадает в сферу идеалов (становясь «идеологическим», т. е. «духовным» животным, которое задумывается о смысле своей жизни, — именно это обстоятельство делает его человеком). Человек оказывается не целью, а средством преобразования природы.

Итак, эвристическая роль антропного принципа в его синергетическом истолковании состоит в следующем. Из множества возможных космологических моделей следует выбрать ту, которая допускает не только возможность, но и необходимость возникновения живого существа, способного преобразовать изначальную противоположность между хаосом и порядком в природе в противоположность между свободой и ответственностью в культуре и в потенциально бесконечном процессе совершенствования этой культуры достичь абсолютной гармонии между этими двумя одинаково важными гранями культуры. Из этой формулировки ясно, что антропный принцип не может быть полностью понят ни на чисто естественнонаучном, ни на исключительно гуманитарном языке. Без диалектического единства естественнонаучного и гуманитарного мышления здесь не обойтись. Только такое единство позволит научно обосновать принцип исторического оптимизма.

В заключение представим художественное воплощение закона самоорганизации космической материи в классическом и современном искусстве. Это аллегория диалектического единства бренности и вечности бытия — аллегория исторического оптимизма (рис. 9–10).

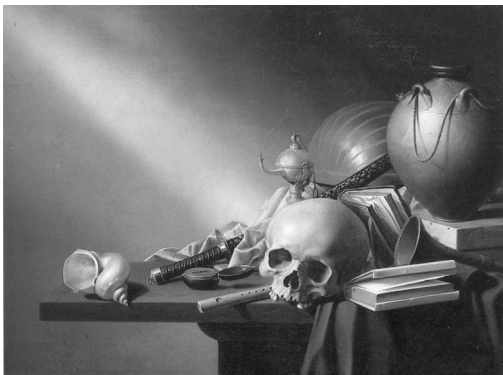


Рис. 9. Хармен Стенвик. Натюрморт: аллегория суетности человеческой жизни, 1640

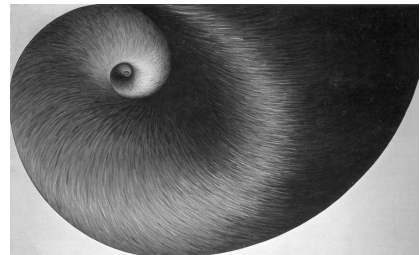


Рис. 10. Антонио Петиков. Бесконечность, 1983

Литература

1. *Астрономия. Век XXI. 2-е изд.* / под ред. В. Г. Сурдина. Фрязино: Век 2, 2008. 624 с.
2. *Jantsch E. The self-organizing Universe: Scientific and Human Implications of the Emerging Paradigm of Evolution*, New York: Pergamon Press, 1980. xvii+343 p.
3. Горячие точки космологии // *Природа*. 1989. № 7. С. 3–18.
4. Современная космология. *Философские горизонты* / под ред. В. В. Казютинского. М.: Канон+, 2011. 432 с.
5. *Нугаев Р. М.* Реконструкция процесса смены фундаментальных научных теорий. Казань: Изд-во КГУ, 1989. 208 с.
6. *Зельдович Я. Б.* Избранные труды. Частицы, ядра, Вселенная. М.: Наука, 1985. 464 с.
7. *Старобинский А. А.* Квантовая теория гравитации // *Физическая энциклопедия*: в 5 т. / гл. ред. А. М. Прохоров. Т. 2. М.: Советская энциклопедия, 1990. С. 295–299.
8. *Бранский В. П.* Теория элементарных частиц как объект методологического исследования. 2-е изд. М.: URSS; КомКнига, 2005. 256 с.
9. *Нагирнер Д. И.* Элементы космологии. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2001. 55 с.
10. *Барышев Ю., Теерикорпи П.* Фрактальная структура Вселенной. Нижний Архыз: САО РАН, 2005. 396 с.
11. *Мандельброт Б.* Фрактальная геометрия природы. М.: Институт компьютерных исследований, 2002. 656 с.
12. *Пригожин И., Стенгерс И.* Порядок из хаоса. М.: Прогресс, 1986. 432 с.
13. *Николис Г., Пригожин И.* Познание сложного. М.: Мир, 1990. 344 с.
14. *Девис П.* Проект Вселенной. М.: ББИ, 2009. 264 с.
15. *Barrow J. D., Tipler F. J.* The anthropic cosmological principle. New York: Oxford University Press, 1986. xx+706 p.
16. *Казютинский В. В., Балашов Ю. В.* Антропный принцип: история и современность // *Природа*. 1989. № 1. С. 23–32.
17. Паскаль Б. // *Новая философская энциклопедия*: в 4 т. / предс. науч.-ред. совета В. С. Степин. Т. 3. М.: Мысль, 2001. С. 207–208.
18. *Фридман А. М., Хоперсков А. В.* Физика галактических дисков. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. 645 с.
19. *Агемян Т. А.* Звезды, галактики, Метагалактика. 3-е изд. М.: Наука, 1981. 416 с.
20. *Ходж П.* Галактики. М.: Наука, 1992. 189 с.
21. *Корбалам Ф.* Золотое сечение. Математический язык красоты. М.: DeAgostini, 2013. 158 с.
22. *Пенроуз Р.* Новый ум Короля. О компьютерах, мышлении и законах физики. М.: Эдиториал УРСС, 2003. 384 с.
23. *Пейтген Х.-Д., Рихтер Х.* Красота фракталов. М.: Мир, 1993. 176 с.

Статья поступила в редакцию 15 апреля 2014 г.