

## **КОЭВОЛЮЦИОННАЯ СТРАТЕГИЯ: ПРИНЦИП ФРАКТАЛИЗАЦИИ СО-БЫТИЯ**

**П.М. Бурак**

*Белорусский государственный  
технологический университет*

Размышления о коэволюционной стратегии взаимодействия общества и природы, в основе которой лежит признание бытийственной равнозначности биологической и социальной форм живого и необходимость осознанного регулирования их взаимозависимого развития в целях сохранения жизни в целом в условиях наступления глобального экологического кризиса, логически приводят к выявлению фундаментальных инвариантов, регулятивных принципов или способов организации структур и процессов живой и неживой природы, обеспечивающих динамическую устойчивость жизни.

Основанием для данной позиции является свойство открытости живых систем всех уровней организации (от молекулы живого вещества до биосферы), зависимость их функционирования и развития от энергии, поступающей из космоса, от ритмов космоса и геосфер Земли, что означает недостаточность собственных регулирующих механизмов биосистем для их сохранения, какими бы совершенными, надежными и всеобъемлющими ни казались эти механизмы.

Кроме этого, постулирование бытийственной равнозначности биологической и социальной жизни почти автоматически влечет за собой наделение адекватным онтологическим статусом неорганической природы, которая "входит в определение" жизни на любом уровне организации и в любой форме ее существования. Надежды на регулируемую коэволюцию общества и живой природы вовсе не являются беспочвенными, поскольку вся история развития жизни на Земле есть история стихийного сопряжения процессов неорганической природы с совершенствованием органических форм бытия. Вместе с тем, определено невозможно утверждать, что современное знание механизмов коэволюции представляет собой сложившуюся систему понятий, принципов и закономерностей, являющуюся надежной теоретической основой для осуществления широкомасштабной регулируемой социоприродной коэволюции. Выявление коэволюционных принципов и закономерностей представляет собой чрезвычайно трудную задачу, решение которой связано с общенаучной и философской рефлексией по отношению ко всем научным и философским знаниям об обществе и природе, буквально по отношению ко всей истории человеческой культуры. Особое место в данной рефлексии занимает анализ методов науки, в том числе современных методов познания, а также попытки выявить коэволюционные параметры в философской методологии. Заметное место в данном творческом поиске занимает проблема объединения традиционных научных и философских объяснений единства, связи всех форм бытия (со-бытия) с современными подходами к объяснению общих механизмов взаимодействия, определяющего их существование посредством сопряжения. Знание инвариантов сопряжения форм бытия в универсуме не только позволит сформулировать принципы коэволюции, но и теоретически наметит возможности осуществления социоприродной коэволюции как сознательно регулируемого процесса. Путь к пониманию принципов коэволюции пролегает через тернии философского

осмысления и обобщения процессов и закономерностей сопряжения в различных его видах, исследованием которых занимаются представители различных наук. По-видимому, сплосб аккумуляции уже сложившихся в прошлом знаний о существовании, соразвитии разнообразных по природе форм бытия посредством формирования "световой" призмы из "последнего слова" науки по данной проблеме позволит не только постичь онтологическую историю коэволюции, но и включить это понятие, в качестве общенаучного, в контекст современного научного познания, сделав его аттрактором (выражаясь языком синергетики), притягивающим внимание исследователей различного профиля к решению проблемы согласованного развития общества и природы как одной из самых актуальных в современной науке.

Одним из таких способов синтеза знаний о сопряженных процессах и их закономерностях в различных сферах универсума является, на взгляд автора данной статьи, формирующийся в современном научном познании фрактальный подход.

Фракталы являются широко распространенными в универсуме способами организации, взаимосвязанности, взаимодействия, т.е. сопряжения структур, функций, процессов развития форм бытия различной природы и уровней их организации, обеспечивающими взаимозависимое, устойчивое сосуществование данных форм.

Термин "фрактал" происходит от французского слова fraction или латинского - fractio, переводящихся как доля, часть. Фракталы любой природы имеют для сопряженных параметра: множество и самоподобие множества. Началом изучения фракталов считается издание в 1982 году книги американского математика Б.Мандельброта "Фрактальная геометрия природы", который придумал термин "фрактал" в 1975 году. За истекшие 20 лет фрактальный подход к изучению явлений природы, суть которого состоит в поиске фракталов различных видов, исследовании их структуры, функциональных особенностей и динамических свойств, а также определение роли в организации со-бытия, как в генетически родственных, так и неоднородных объектах, получил довольно широкое распространение в различных сферах научного познания - в математике, физике, химии, космологии, биологии, материаловедении, геофизике, социальной сфере, техническом знании, медицине и т.д.

Большинство исследователей пока что осторожно высказываются о фрактальности со-бытия как всеобщем его свойстве, хотя столь представительное и постоянно расширяющееся направление всюдных поисков фракталов само по себе является, пусть еще и не полностью обоснованным, но все же содержащим намек на фундаментальный характер фрактальности системной организации взаимодействия и развития. Вместе с тем, насколько это известно автору данных строк, не проводился пока и разносторонний философский анализ фрактального подхода и современном научном познании и самого явления фрактальности. В данной статье, на основе использования разнообразных трудов по фракталам, будут подчеркнуты те аспекты фрактальных свойств, которые способствуют раскрытию заявленной и названию проблемы.

На сегодняшний день пока не существует строгого определения фракталов. П.Мандельброт также не стремился дать некое завершенное определение фракталов. Однако Е.Федер в своей работе приводит одно из определений фрактала, дан-

ное Б.Мандельбротом: "Фракталом называется структура, состоящая из частей, которые в каком-то смысле подобны целому"<sup>1</sup>. Нетрудно заметить, что это определение характеризует один из видов фракталов - структурные фракталы. Данный их вид достаточно широко распространен как в неживой, так и в живой природе. К ним относятся, например, извилистая линия морского берега, очертания дерева, сосудистая и дыхательная системы живого организма, живая клетка, содержащая полный набор генов, подобно живому организму, которые сформировались эволюционно и сохраняют свою структуру. Важными свойствами структурных фракталов в живом организме являются следующие: 1) сохранение их индивидуальности, подобия в любом масштабе; 2) связывание или обеспечение взаимодействия всех уровней живого организма как системы, что заметно на примере кровеносной системы, т.е. обеспечение единства молекул живого, клеток, тканей, органов, организма в целом; 3) благодаря подобию на микроуровне линия фрактального взаимодействия со средой приобретает тенденцию растягиваться до бесконечности, что значительно повышает шансы приспособляемости к изменяющимся условиям существования и устойчивости живого организма, а также означает наличие потенциальных возможностей к коэволюции или согласованному, с тенденциями изменчивости среды, развитию; 4) наличие на каждом фрактальном участке численно определенного подобного множества (подмножества) или пучка (кластера) фрактальных единиц свидетельствует о наличии фрактальной меры<sup>2</sup> взаимодействия и развития как внутри систем живого организма, так и в его со-бытии со внешней средой. Очевидно, что фрактальная мера "удерживает" живую систему в каких-то границах коэволюции, предохраняя ее от разрушения. Это предположение находит прямое и косвенное подтверждение в трудах, посвященных различным аспектам фракталов. Действительно, благодаря ветвлению фракталов, иерархическому принципу их организации, доминированию тех или иных генов в определенном участке организма (аттрактор), фрактальной мере и, вероятно, другим каким-то характеристикам, фракталы выступают как формы гармонизации хаоса и порядка, что поддерживает живую систему в динамическом состоянии, обеспечивая ее самоконтроль<sup>3</sup>. Видимо, существуют верхняя и нижняя границы фрактальной гармонизации хаоса и порядка или упорядоченного и неупорядоченного хаоса, которые определяются тем, что, в частности, живой организм включает в себя такие классы множеств (например, дыхательную, сосудистую системы), "фрактальные свойства которых вырождаются на бесконечно малых и бесечно больших масштабах, т.е. сосредоточены в некотором ограниченном масштабном диапазоне"<sup>4</sup>.

В живых организмах, в частности, в человеческом, существуют также функциональные фракталы, которые, как и структурные, являются результатом эмбрионального и эволюционного развития. Отчасти, благодаря свойствам избыточности и нерегулярности такие фракталы являются системами устойчивыми к возмущениям и хорошо противостоят повреждениям. Например, у здоровых людей сердечный ритм подвержен хаотическим колебаниям, потому что "такая динамика дает много функциональных преимуществ", т.е. "хаотические системы способны работать в широком диапазоне условий и ...легко адаптируются к изменениям"<sup>5</sup>. Следовательно, функциональные фракталы в особенности, преобразуя хаос неорганизованный в хаос детерминированный, управляемый в работе органов живого

организма, выступают одним из важнейших механизмов организации согласования, со-бытия, со-развития биосистемы и ее среды, т.е. являются механизмом коэволюции. А коэволюция, таким образом, базируется на возможности регулирования хаоса взаимодействия, его превращения в устойчиво функционирующую систему связей биосистемы со средой.

Поскольку фракталы отражают иерархический принцип организации систем, они сами имеют иерархическую структуру. Это относится к живой и неживой природе. Объединение фрактальных множеств приводит к возникновению мультифрактальных множеств, которые в свою очередь обладают самоподобием. Человечек, представляющий некое единство разнообразных фракталов, является мультифракталом. Нечто аналогичное можно сказать и о Вселенной в целом. Она, как это сегодня выясняется, состоит из фрактальных систем с "самоподобием" на всех этапах<sup>6</sup>. Фрактальные объекты, системы, структуры, процессы охватывают все уровни организации Вселенной от Микромира до Метагалактики. Появление и развитие жизни неизбежно означало ее включение в общую закономерность формирования самоподобных множеств (фракталов) или продолжение в новых формах процесса фрактализации развития материи. Как отмечает Л.И.Зальцман<sup>7</sup>, к уровням фрактальности он относит скопление и формирование галактик, шаровые скопления, звезды-гиганты, планеты, звезды-карлики, нуклоны, молекулы, одноклеточные, многоклеточные.

Э.А.Азроянц также рассматривает образование фракталов в эволюционном развитии живой природы в контексте более общей тенденции фрактализации движущейся материи, выделяя семь фрактальных элементов живой природы: прочесть (частицы, не обладающие массой покоя - виртуальные частицы, фотон, нейтрино), элементарные частицы - электрон, протон, нейтрино; атомы, молекулы, клетки, организмы, социум<sup>8</sup>.

Принимая во внимание фрактальное единство неживого и живого, следует отметить, что процесс фрактализации развивающейся материи образует одну из важнейших оснований устойчивости и сохранения жизни, равно как и стабильности взаимодействия или взаимозависимого развития (коэволюции) живых систем и среды их обитания, учитывая способность изменять эту среду и изменяться самим. Это значит также, что единство фрактальных закономерностей составляет важнейшее направление коэволюции и, вместе с тем, выступает ее результатом в виде устойчивых самоподобных множеств, гармонизирующих взаимосвязь хаоса и порядка как в самих живых системах, так и в отношениях живого с неживым.

Данные тенденции можно проследить на более определенных примерах самоподобия живого в его развитии и функционировании, а также используя концептуальные разработки, посвященные эффективности жизни в биологической и социальной формах ее существования.

Л.И.Зальцман отмечает, что все многообразие живых организмов обладает подобием, которое основано на сходстве действия генно-хромосомного механизма. Несмотря на то, что набор генов и их комбинация у разных видов различны, механизм действия и перечень используемых аминокислот в количестве 20 единиц везде один и тот же, что означает существование глубокого единства закономерностей в мире живого. Поэтому история развития жизни в главных своих чертах повторяется в период становления каждого организма<sup>9</sup>. Более того, фрактальная

вариантность совершенно определенно просматривается в развитии человека, животных и минералов, точнее, в подобии гомогенетического, биогенетического и геногенетического законов<sup>10</sup>.

Важные особенности фракталов выявляются при анализе свойств голограмм. Фактически голограмма представляет собой некий мультифрактал, поскольку любая ее отдельно взятая часть способна восстановить изображение всего зарегистрированного объекта, так как при записи голограммы каждая точка объекта освещает все поля голограммы. Вместе с тем при уменьшении участка голограммы, который используется при восстановлении, ухудшается качество изображения<sup>11</sup>.

Таким образом, получается, что от количества фракталов явно зависит точность воспроизводства изображения. Возникает соблазн допустить, что все фракталы обладают голографическими свойствами, а значит являются механизмом сохранения природы и воспроизводства взаимодействующих и развивающихся, совместно с другими, и неизбежно изменяющихся систем. Вероятно в связи с изменчивостью систем фракталы на любом своем участке и в любом масштабе выполняют функцию самоконтроля системы за изменениями, сохраняют память о ней, содействуют ее стабилизации, восстановлению. Эти предположения находят подтверждение в концепции голографического принципа системной организации процессов жизнедеятельности, развиваемой известным нейрофизиологом К.В.Судаковым<sup>12</sup>. В соответствии с данной концепцией голографический принцип является регулятором всех уровней системной организации процессов жизнедеятельности, согласуя их с условиями внешней среды.

Наиболее основательным исследованием, в котором раскрывается роль фрактального подхода для решения задач гармонизации взаимодействия человека и природы является, пожалуй, работа В.П.Бурдакова «Эффективность жизни (введение в экоматерику)».

В.П.Бурдаковым предложен новый научный инструмент - экоматерика, сочетающая методы экономики, математики, термодинамики и других наук<sup>13</sup>. По заключению самого автора, "основным фундаментальным достижением экоматерики является открытие универсальных фрактально-кластерных соотношений (ФКС) в живых организмах между экстенсивными величинами"<sup>14</sup>.

На основе разработанного подхода В.П.Бурдаков показал, что существуют практически одинаковые для большинства видов животных, человека и человеческих обществ фрактально-кластерные соотношения между всеми жизненно-важными потребностями первого уровня (энергетика, транспорт, экология, технология, информатика) и последующими уровнями их кластерной детализации. Эти зависимости удовлетворяют соотношениям "золотых сечений"<sup>15</sup>. Причем, жизнеспособность организма зависит от степени сбалансированности ФКС потребностей. Но от подобной сбалансированности зависит и степень гармонизации отношений с природой. Поэтому бесперспективно принимать экологические решения без учета остальных четырех фундаментальных потребностей, равно как и по каждой иной сфере без учета всех остальных.

Таким образом, в концепции В.П.Бурдакова фрактально-кластерные соотношения потребностей фактически являются решающим звеном социоприродной коэволюции, определяющей содержание адекватной стратегии развития.

Любопытно, что явление фрактальности выполняет не только функции гармонизации хаоса и порядка. Процессы разрушения, как оказывается, также имеют фрактальный характер, в связи с чем формируется новое научное направление - фрактальная механика разрушения, задачей которой является установление универсальных законов свободного разрушения твердых тел<sup>16</sup>. Соотношения различных типов фракталов еще предстоит осмыслить. Хотя в принципиальном плане "секрет" разрушения прост: в самоподобных системах и разрушение не может быть не фрактальным.

Данный факт вряд ли противоречит коэволюции, важнейшим вектором которой является фрактализация. Напротив, коэволюционная стратегия означает формирование фракталов как инвариантов совместного развития общества и природы. И общество, и природа - неравновесные системы и сосуществуют в определенной степени за счет взаимного разрушения. Коэволюция "не отменяет" данной закономерности, а лишь вводит ее в оптимальное русло гармонизации порядка и хаоса, что соответствует характеру фракталов.

Проведенный анализ характерных особенностей фракталов создает необходимые предпосылки для подведения соответствующих итогов. Во-первых, фракталы различных форм являются довольно распространенными, присутствующими во всех сферах действительности, что свидетельствует о том, что фрактальность, вероятно, относится к универсальным свойствам природы. Универсализм фрактальности состоит в том, что процессы упорядочения и процессы разрушения осуществляются по фрактальному пути. В этой связи принцип фрактализации включает в себя как прогресс, так и регресс. Во-вторых, процесс фрактального упорядочения связей осуществляется на основе доминирования подобия множества, а разрушение - это формирование фрактального множества на основе разделения и различий, что, однако, требует дополнительных доказательств. Достаточно красноречивым в этом плане является известный принцип "разделяй и властвуй". История изобилует примерами разрушения государств, разделения народов и т.д. на основе стимулирования развития различий. В этом случае, наверное, могут возникать фрактальные множества по признаку развития различий. С другой же стороны, о подобии множеств можно вести речь, если такие множества органически включают в себя различия. К тому же в природе нет идеальных фракталов, а подобие множества, особенно в живой природе, имеет статистический характер. Поэтому и коэволюция, как процесс фрактального сопряжения изменчивых форм существования, будет осуществляться как согласование многих вариантов развития одновременно.

В-третьих, сосуществование, инвариантность, единство разнообразных по характеру систем обеспечивается процессом фрактализации, формированием их самоподобия и подобия окружающей среде. Фрактализация есть процесс возникновения (образования), воспроизводства, развития и объединения самоподобных множеств различной природы в их совместном, сопряженном бытии. Фрактализация - это механизм единства мира и принцип со-бытия в силу его общности.

Данный принцип может быть также принципом познания закономерностей коэволюции, но лишь в том случае, если он будет логически включен в контекст познавательной деятельности в качестве общенаучного регулятива. Предпосылки для этого, на мой взгляд, существуют.

Во-первых, историческое развитие понятийного мышления человека есть не что иное, как процесс фрактализации сознания. Любое понятие (научное, философское) есть, по сути дела, мультифрактал, состоящий из обобщений подобных множеств, классов событий. Известно, что человек миллионы раз повторял подобные действия, прежде чем они закрепились в его сознании в форме фигур логики. Во-вторых, в культуре античности, средневековья, Нового времени и в настоящее время сам человек рассматривался и рассматривается как подобие чего-то более общего, как часть мультифрактала - космоса, как продукт творения, подобный Творцу, как "зеркало Вселенной", как результат фрактализации своего исторического развития - т.е. как космогеобиопсихосоциальное существо. В-третьих, с позиций современного знания о структуре личности, человек сам представляет собой мультифрактал, "квант коэволюции" или фрактально-кластерный комплекс. Таков темперамент каждого конкретного индивида, включающий в свою структуру четыре известных типа темперамента. В-четвертых, не следует забывать, что проблема подобия неоднократно ставилась в философии и науке в разнообразных формах (преформизм, представление о гомункулусе, о человеке как растении, как машине и т.п.).

<sup>1</sup> Федер Е. Фракталы/ Пер.с англ.- М., 1991, с. 19.

<sup>2</sup> Там же, с. 41, 73.

<sup>3</sup> Пайтген Х.-О., Рикстер П.Х. Красота фракталов. - М., 1993, с. 10, 20-25.

<sup>4</sup> Иванов С.С., Монин А.С. О масштабно-локализованной фрактальности. // Докл. Акад.наук, 1997. том 352. № 6, с. 822.

<sup>5</sup> Эри Л.Голдбергер, Дейвид Р. Ригли, Брюс Дж. Уэст. Хаос и фракталы в физиологии человека. // В мире науки 4/1990, с. 31-32.

<sup>6</sup> Цилин Ф.А. Вселенная фракталов // Земля и Вселенная, 1997, № 6, с. 14.

<sup>7</sup> Зальцман Л.И. Модель пятимерного Мира // Вопросы формирования современной научной парадигмы. М., 1997.

<sup>8</sup> См.: Прыкин Б.В. Стратегия экономики: природный экогармонизм. -М., 2000, с. 67.

<sup>9</sup> Зальцман Л.И. Кому принадлежит разум, рождающий жизнь? (Модель вертикальной панктермии). // Политгнозис, 2000. № 4, с. 35-36.

<sup>10</sup> Голубев В.С. Модель эволюции геосфер. - М., 1990, с. 8, 74.

<sup>11</sup> Овчинников Л.С. О голографии //Под ред. Г.И. Василенко. - Мн., 1986, с.55.

<sup>12</sup> Судаков К.В. Голографический принцип системной организации процессов жизнедеятельности //Успехи физиологического наук, 1997, Т. 28, № 4, с. 3-29.

<sup>13</sup> Бурдаков В.П. Эффективность жизни (введение в экотермику). - М., 1997, с. 290.

<sup>14</sup> Там же.

<sup>15</sup> Там же, с. 292.

<sup>16</sup> Иванова В.С. Фрактальная механика разрушения. Задачи и перспективы практического использования. // Самоорганизующиеся и фрактальные структуры: Сб. науч. труды./Уфим. нефт. ин-т. Уфа. 1990. С.5.