

УДК 101.1

Фрактальность как свойство, способ и сущностная характеристика самоорганизации

Хандогин Руслан Викторович

Аспирант,
Новосибирский государственный технический университет,
630073, Российская Федерация, Новосибирск, просп. Карла Маркса, 20;
e-mail: khandogin.ruslan@yandex.ru

Аннотация

В статье представлены различные подходы к определению положения категории фрактальности в семантическом и самоорганизационном поле современной постнеклассической науки, а также исследуются некоторые проблемы, касающиеся социальности описываемого понятия. В рамках данной работы поднимается вопрос о неоднозначности и множественности трактовок и дефиниций исследуемых понятий и анализируются некоторые подходы к определению их положения в социологическом и социально-философском поле современного научного знания. Дается экскурс в историю развития категории фрактальности и вместе с тем подчеркивается актуальность ее использования в современном социогуманитарном пространстве. Фрактальность рассматривается в контексте процессов самоорганизации социальных объектов и сетевых структур и утверждается как интегративный механизм их самовоспроизводства и саморазвития. Фрактал, являясь бесконечно повторяющейся формой, тем не менее способен структурно и сущностно изменяться, оставаясь системно единым, а фрактальность одновременно утверждает саморазвивающиеся свойства объектов, способность самостоятельно развиваться в занимаемом коэволюционном пространстве, и в то же время, подчеркивает единство многообразия их существования и развития, являясь одним из способов самоконструирования порядка из хаоса, вместилищем возрастающей сложности.

Для цитирования в научных исследованиях

Хандогин Р.В. Фрактальность как свойство, способ и сущностная характеристика самоорганизации // Контекст и рефлексия: философия о мире и человеке. 2019. Том 8. № 2А. С. 209-218.

Ключевые слова

Фрактал, фрактализация, фрактальность, самоорганизация, социальные сети, размерность, синергетика.

Введение

В настоящее время понятия «фрактал», «фрактальность», «фрактальная структура» и близкие рядоположенные термины прочно вошли в понятийный аппарат не только математики и (как некоторой ее свободной философской интерпретации) синергетики, но и социологии, политологии, антропологии и многих других естественных, социальных наук и трансдисциплинарных направлений исследования. Фрактальность как концептуальное свойство, характерное для структур самого разного происхождения, концептуальной принадлежности, принципов рассмотрения и методологических установок, особенно ярко проявилась в контексте постнеклассической научной парадигмы, совершив «вторжение» в социогуманитарное пространство.

Основная часть

Попытки переноса фрактального подхода из естественно-научной колыбели – математики и теоретической физики – воспринимались и воспринимаются неоднозначно. С одной стороны, фрактальность хорошо «легла» во многие социогуманитарные теории и концепции, подошла для точного и яркого описания и представления различных социальных и культурных явлений и процессов. С другой, встали вопросы о том, насколько адекватным действием является подобная свободная экстраполяция, пусть и не точно определенного, но тем не менее строгого естественно-научного аппарата в области отвлеченного философствования или образного социального конструирования. Одним из самых популярных и доступных способов «фрактализации» определенной сферы является метафорический перенос, воспроизводящий типичные черты сближаемых объектов [Клепиковская, 2009]. Причем, даже в самом способе метафорического переноса можно определить два подвида: концептуальный и симилятивный [Молчкова, 2013]. Концептуальная «фрактализация» более методологически, гносеологически адекватна и продуктивна, так как основана на выделении существенных структурных сходств и обладает достаточной когнитивной ценностью в новом направлении исследования, что позволяет более корректно использовать подобную метафоричность. Симилятивная метафоричность, в свою очередь, основана на не столь существенных или достаточно поверхностных признаках, свойствах и аналогиях, устанавливая скорее эстетические и эмоциональные связи, что больше говорит о красоте и образности метафоризации фрактальности, чем о научных или методологических основаниях.

Одним их сопутствующих проявлений описываемой «фрактализации» является терминологическое и концептуальное размытие используемых дефиниций и характеристик. Во-первых, это обусловлено различием тезауруса, семантической и синтаксической разницей в написании и описании. К примеру, язык математики, педагогики и социобиологии и в используемом понятийно-терминологическом аппарате, и в способах описания и репрезентации объектов, и в собственных представлениях о доказательности, является довольно различным, а местами и противоречивым. Во-вторых, поскольку непосредственный перенос того же математического описания или физической модели в область философии, истории и антропологии представляется не только невозможным, но и контрпродуктивным, то в дело вступает некоторая свободная интерпретация, иногда художественная ретрансляция

приблизительного толкования исходных положений. Результат в таких случаях выходит довольно неоднозначным, как достаточно близким к исходному и удачным в качестве иллюстрации и описания, так и некорректным, несвязной компиляцией субъективной когнитивной отчужденности.

В 70-х годах прошлого века общий концепт самоорганизации начал разделяться на несколько направлений. Для одной ветви исследования главенствующей стала идея разработки и внедрения адаптирующихся самообучающихся структур в контексте взаимодействия элементов. Одной из результирующих моделей подобного подхода является самоорганизующаяся карта Кохонена (Self-Organization Map), предложенная в 1984 году и представляющий собой прообраз современных самообучающихся нейронных сетей (Kohonen, 1984). К другой ветви исследования можно отнести изучение процессов самоорганизации динамических систем вне состояния равновесия. Это направление исследований, базирующееся на работах Германа Хакена и Ильи Пригожина стало впоследствии одним из определяющих для всего развития теории самоорганизации и синергетики. Ключевым направлением также являлся математический анализ теории хаоса, диссипативных систем и неравновесных состояний. Одним из важнейших открытий этой области науки было введение понятия фрактала и процесса фрактализации Бенуа Мандельбротом во второй половине семидесятых годов [Mandelbrot, 1977]. Фракталы, представляющие множества, обладающие свойством самоподобия, со временем стали популярным способом представления и изучения самых различных объектов и структур: от береговой линии до бронхов, от децентрализованной сети IP-адресов до образовательной системы. Еще одной ветвью исследования стал аутопоэзис [Maturana, Varela, 1980] и связанные с ним теории коэволюции и саморазвития биологических и социальных систем и структур.

Актуальность и востребованность фрактальной методологии и привлечения фрактальности для описания самых разнообразных процессов и явлений можно объяснить «самоорганизацией» концепта фрактальности как произошедшей в плоскости современного социогуманитарного знания корреляции математических схем и гносеологических паттернов» [Максимова, 2011].

Говоря о фрактальном подходе, фрактализации восприятия, В.Э. Войцехович замечает, что многие сущности, даже самые сложные и многомерные, могут рассматриваться через фракталогическую методологическую рамку: «Ныне часть научного сообщества признает универсальность фракталов, поскольку они работают в любой частной науке... Тогда не только процессы в лазере, но и общество, и социальные институты, и язык и даже мысль – фракталы» [Войцехович, 2006].

В математическом смысле фрактальность возникла как способ описания и представления объектов (как теоретических конструкторов, так и объектов реального мира), обладающих иной структурой и свойствами, которые невозможно было выявить с помощью классического математического аппарата. Эвклидова геометрия представляет идеальные, «правильные» объекты: гладкие линии, ровные углы, строго фиксированная одинаковая размерность. Однако, мир, окружающий нас, не является строго правильным и ровным. Большая часть природных и искусственных объектов являются изломанными, неправильными, распадающимися. Размерность классической картины мира – целая: первое, второе, третье измерение. При этом, и прямая линия, и гипербола, и ломаная, и недифференцируемая плоская негладкая фигура имеют условную единичную размерность. Фрактализация, вводя дробную размерность, позволяет различать разные типы объектов, исследовать более глубокие принципы и закономерности их строения. Фрактальная дробность позволяет реагировать на

изменение структуры и положения объектов в заданном пространстве, там, где классическая топологическая рамка индифферентна происходящим изменениям. Аналогично фрактализация распространялась и в социогуманитарном знании. Там, где господствующее социально-философское представление не могло с достаточной точностью описать нелинейные социальные и культурные структуры, наиболее активно и быстро распространилась теория фракталов и фрактальная геометрия. Фрактальность позволяет описывать сложные саморазворачивающиеся процессы и явления, что особенно актуальным оказалось для социальных наук в постнеклассической парадигме. Фрактальные концепты и модели позволяют определить закономерности и выявить упорядоченность в таких структурах, для которых характерен на первый взгляд абсолютный хаос – фрактализация одновременно радикально не упрощая, а оставляя системы и сети сложными многомерными объектами. Только в рамках фрактальной геометрии, не говоря о других фрактальных методологических концептах, существуют и активно развиваются сразу несколько принципиальных методов моделирования, применяемых в том числе к социальным, политическим и культурным процессам и явлениям.

Наиболее частотное упоминание и применение категории размерности в самоорганизующем контексте связано с изучением феноменов фрактальности в качестве математических и физических моделей. В подобных исследованиях прослеживается преимущество классической парадигмы в виде абстрактного представления соотношения или свойства в описании, где связь размерности с синергетически выражена скорее формально, чем сущностно.

Но если для описания физических и математических объектов и моделей понятие размерности имеет как сложившуюся традицию, так и актуальную интерпретацию, то в гуманитарном контексте возникает вопрос о принципиальной применимости такого понятия или свойства как «размерность» к социальным системам и объектам, являющимися или по крайней мере рассматриваемыми как самоорганизующиеся.

Для фракталов дробная размерность и ее частичная неопределенность являются основополагающими принципами, собственно, и позволяя выделять подобные объекты, являясь фактически их определением. И особые характеристики фракталов, исследуемые в том числе и в контексте самоорганизации, во многом связаны с их особой размерностью.

Но также нельзя не отметить, что в значительном пласте исследований, связанных с самоорганизующимися системами и синергетическими моделями, понятие размерности не рассматривается и не является важным для их описания и изучения. Представляется, что прогресс в этом направлении возможен при определении и уточнении категориальной сущности, применительно к социальным объектам и системам. Социальная размерность сегодня скорее принадлежит к сфере подразумеваемого, чем определяемого.

Сам по себе принцип самоподобия представляется достаточно многообразным, многоаспектным и в смысле теоретических представлений, и феноменологического выявления, изначально не привязанным к одной естественно-научной или гуманитарной дисциплине. Фракталы характеризуются дробной размерностью: они нечто неопределенно промежуточное между точками и линиями, линиями и поверхностями, поверхностями и телами, заключенное в саморазворачивающийся конструкт масштабного инварианта.

Измерение, как определение отношения и присвоение символа, связано с интересубъективной коммуникацией, а «фрактал, линия представимы как результаты интересубъективной интерпретации, шаги понимания сложности мира» [Тарасенко, 2002]. В

этом смысле трансцендентально интерпретированная фрактальность может рассматриваться как феноменологический конструкт смысловой детерминированности мира и изучаться способом исследования взаимодействий, самоподобно порождающих как собственные, так и трансцендентные структуры, вне зависимости от гносеологической специфики и онтологических условий.

Утверждая растущую междисциплинарную емкость фрактальности Х. Варнеке отмечает: «Поскольку между фракталами, с одной стороны, и структурой многих природных явлений, с другой, существует тесная связь, неудивительно, что фрактальная геометрия проникла уже во многие области науки. К ним относятся: физика, химия, биология, статистика, астрономия, метеорология и экономика» [Варнеке, 1999, 154].

В настоящее время фрактальность включает в себя помимо своего «классического» содержания самые различные аспекты: исследование рекурсивных моделей, построение футурологических социальных и технико-ориентированных парадигм, концепции организационной культуры и др.

С точки зрения математического представления фрактал процессуально рефлексивен, однако в социальном и культурном пространстве он не замыкается на себе, но способен активно взаимодействовать и самоизменяться как в зависимости от динамично меняющихся условий среды, так и испытывая влияние связанных с ним субъектов. Фрактал – это и саморегламентация, и хаотичная свобода. Фрактал, являясь бесконечно повторяющейся формой, тем не менее способен структурно и сущностно изменяться, оставаясь системно единым. Самовоспроизводящийся инвариант на разной «глубине» раскрытия может быть существенно вариативен при этом сохраняя узнаваемый устойчивый сущностный и топологический каркас.

Говоря о методологической экспансии концептов и теорий фрактализации в гуманитарное научное поле, также можно выделить изучение влияния дискретной фрактальной парадигмы в лингвистических исследованиях. В рамках данного направления не остаются в стороне сетевой и самоорганизующийся аспекты фрактализации. Так, при рассмотрении семантических особенностей некоторых языковых форм, парадокс в контексте фрактальной геометрии определяется как «самоорганизующаяся креативная форма» [Палкевич, 2011], связывающая миры и устанавливающая их несовозможность, проецирующаяся в восприятие, порождение, осознание и актуализацию. Представления о фрактализации связаны с работами Ю.М. Лотмана в области семиосферы, где каждое следующее обращение к тексту многократно самораскрывает смысл путем полиаспектной интерпретации. Фрактальность в семиотическом ключе раскрывается также в работах В.В. Тарасенко, в которых фрактал представлен как знак, а фрактальность связана со знаковой сущностью вещей [Тарасенко, 2009]. О.Ю. Исопескуль определяет фрактальную структуру в культурном контексте как «некоторое сложное соционормативное целое, имплицитно содержащее в себе все возможные траектории развития составляющих ее фракталов, их проявлений и базовых доминант» [Исопескуль, 2012]. Таким образом, можно рассматривать фрактальную структуру как сеть, состоящую из акторов-фракталов, находящихся в неопределенном взаимоположении и взаимодействии. Такая сеть – сеть возможных состояний и отношений, фиксируемая в объективной реальности только в определенный момент времени и в одном из глубоко преддетерминированных положений, содержащая в себе скрытое бесконечное многообразие в бесконечном повторении. Фрактальная сеть есть в некотором смысле одновременно и феномен, как проявленное, и ноумен, как непроявленное. Фрактальная сетевая структура предстает как бесконечный самособираемый

пазл, случайным (казалось бы) образом перемешанный и разбросанный в инспирируемом пространстве, где отдельные элементы еще не соединены в общую картину, но тем не менее содержат в себе и в своих отношениях структурную и сущностную целостность, проявляемую во внутренних взаимодействиях и внешнем проявлении своих системно-сетевых свойств.

Отдельной областью изучения и применения принципов фрактализации является эстетическое направление и искусствоведение. В. Волошинов определил фрактал в искусстве как особый симметричный генератор смысла [Волошинов, 2002], различным образом осмысливающий подобное. Фрактальность сама по себе характерна для многих произведений искусства, особенно поэзии и живописи [Омельченко, 2016], где ритмизация и многоуровневая повторяемость является базовым параметром фрактальности, обуславливающий самоподобие, гиперболизация – реализацией динамики языковой системы и наращением смысла, а метафоризация – выстраиванием орнамента воздействия и взаимодействия объекта искусства и воспринимающего субъекта, который в процессе разворачивания смыслов становится активным участником творческого процесса.

Фрактал может рассматриваться как промежуточная равновесная «граница» порядка и хаоса, строго определенная с одной стороны и бесконечно запутанная, свободная с другой. Чем больше мы вглядываемся в эту границу, чем больше пытаемся четко определить рубежность, тем сильнее она «изламывается, распадается и воспроизводит новые грани. Фрактал находится в непрерывном становлении, одновременно эволюционируя и оставаясь неизменным. Объекты исследования, таким образом, хранят в себе инвариантную аффинность, сохраняющуюся при масштабируемых преобразованиях. Говоря о соотношении самоподобия и масштабирования, Ю. Данилов отмечает замечательное свойство фрактальных структур: «Самоподобие означает, что у объекта нет характерного масштаба: будь у него такой масштаб, вы сразу бы отличили увеличенную копию фрагмента от исходного снимка. Самоподобные объекты обладают бесконечно многими масштабами на все вкусы» [Данилов, 2008]. Динамика развития самоорганизующейся системы обычно нелинейна, в том числе из-за наличия циклических или положительных обратных связей между ее компонентами. Положительная обратная связь в своих предельных проявлениях приводит к взрывному росту эмерджентности, результатом которого является преобразование всех компонентов системы или структуры в новое состояние или конфигурацию, которое, в свою очередь, является временно стабильным состоянием с отрицательной обратной связью. Нелинейные системы и структуры могут иметь несколько потенциальных стабильных состояний, которые имеют тенденцию к увеличению (бифуркационному раздвоению), и, по мере увеличения, «уводят» систему дальше от ее состояния равновесия. Чтобы адаптироваться и приспособиться к меняющимся условиям окружающей среды, под влиянием внешних факторов и изменения начальных (для данного этапа рассмотрения) условий, система нуждается во множестве потенциальных стабильных состояний, достаточных, чтобы реагировать на все возмущения среды, а также динамические изменения внутренних и внешних факторов, что может сделать эволюцию системы неуправляемо хаотичной. Наиболее подходящие состояния выбираются в зависимости от их адекватности начальным условиям и векторам развития, либо определяются окружающим пространством, либо подсистемами и элементами, которые адаптировались и нелинейно эволюционировали на более ранней стадии [Heylighen, 2001]. Одним из основных принципов самоорганизации является обусловленная вариативность, которая интегрирована в пространство потенциальных состояний системы и, одновременно обеспечивает разнообразие путей развития и эволюции системы и возможность притяжения к стабильному состоянию.

Эволюция вообще может быть представлена как фрактальный процесс: начало ее неуловимо и нефиксируемо, конец – непредсказуем, эволюция – это процесс, процесс бесконечно повторяющего саморазвития на новом уровне, но сохраняющий базисные, общие концептуальные черты и принципы. Каждый следующий виток эволюционной спирали

Организм человека, в интерпретации некоторых современных исследователей, представляет собой многоуровневую фрактальную сеть [Маджуга, Синицина, Уварова, 2015], да и сам фрактал — это сетевое образование [Войцехович, 2006], что подтверждает востребованность сетевого рассмотрения фрактальности и применения в том числе сетевой методологии и сетевой интерпретации изучаемых теоретических и эмпирических конструкций.

Фрактальность одновременно утверждает саморазвивающиеся свойства объектов, способность самостоятельно развиваться в занимаемом пространстве, и в то же время, подчеркивает холистичность их бытийного существования, единство многообразия и многообразие единства. Фрактальность является одним из способов самоконструирования порядка из хаоса, вместилищем возрастающей сложности в черном ящике простой формы. Хаос в контексте самоорганизации фрактальных структур означает не абсолютную антитезу порядку, но некоторый иной неравновесный, динамично меняющийся порядок – сложный и нетривиальный, обладающий чрезвычайно тонкой детерминационной структурой [Меньчиков, 2008]. Относительно самовоспроизведения существует представление о линейных и нелинейных фракталах. Линейные фракталы более просты и понятны – основаны на принципе части как уменьшенной копии целого. Нелинейные же фракталы намного сложнее и многоаспектнее – часть уже не точное, а деформированное, динамично меняющееся отражение целого. Естественно, что применительно к социокультурной реальности и социальным исследованиям более востребованными и подходящими являются нелинейные фракталы вследствие того, что социальное не порождает точных копий, но динамичные, сложные, неравновесные многообразия.

Заключение

Исследования, посвященные фрактальным структурам, неравновесным хаотичным самоорганизующимся сетевым конструктам в корне меняют представления об окружающем нас мире, особенно о степени определенности и неопределенности мироздания. Теории и концепции фрактальности бытия являются неотъемлемой частью постнеклассической парадигмы и необходимой связующей компонентой современной научной картины мира. Фрактальная размерность не является строго детерминированной константой. В эволюции динамичных неравновесных систем и структур, в самоорганизации фрактальных сетей происходит процесс разрастания информационной открытой фрактальной структуры. Изменение масштаба неизбежно сущностно и структурно отражается на хаотичности сети или системы [Вольфсон, Невзоров, Фадеев, 2015]. Разрастание фрактальной структуры происходит и в «глубину», и в «ширину» в соответствии с начальными условиями, взаимодействием с внешней средой и, главное, внутренними межакторными отношениями и взаимодействиями. Фрактальные структуры могут саморазворачиваться в «глубину» и в «ширину» неравномерно: пространственное увеличение, расползание социальной или информационной сети, характеризующейся фрактальными свойствами, может сопровождаться затуханием процессов передачи информации и социокультурных импульсов. Таким образом, вновь образующаяся неравновесная структура может быть несимметричной относительно своих топологических и сущностных инвариантов.

Библиография

1. Варнеке Х.Ю. Революция в предпринимательской культуре. Фрактальное предприятие. М.: Наука/Интерпериодика, 1999. 280 с.
2. Войцехович В.Э. Фрактальная картина мира как основание теории сложности // Известия науки. 2006. URL: <http://www.inauka.ru>
3. Волошинов А.В. Об эстетике фракталов и фрактальности искусства // Синергетическая парадигма. Нелинейное мышление в науке и искусстве. М.: Прогресс-Традиция, 2002. С. 213-246.
4. Вольфсон Э.Н., Невзоров Б.П., Фадеев Ю.А. Проявление фрактальных свойств в социальных процессах // Вестник КемГУ. 2015. №2-5 (62). С. 138-142.
5. Данилов Ю.А. Фрактальность. Красота фракталов // Прекрасный мир науки. М.: Прогресс-Традиция, 2008. 384 с.
6. Исопескуль О.Ю. Фрактальная природа организационной культуры. 2012. URL: <http://uecs.ru/uecs47-472012/item/1638-2012-11-07-07-25-16>
7. Клепиковская Н.В. Метафорический перенос как средство формирования технических терминосистем // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2009. №1. С. 85-88.
8. Маджуга А.Г., Синицина И.А., Уварова Л.Н. Здоровье человека как многомерный феномен: фрактальный подход // Здоровье и образование в XXI веке. 2015. Т. 17. №4. С. 292-298.
9. Максимова М.В. Фракталы в современной синергетике // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Общественные науки. 2011. №1. С. 8-12.
10. Меньчиков Г.П. Фрактальность – всеобщее свойство бытия // Ученые записки Казанского университета. Серия Гуманитарные науки. 2008. Т. 150. №4. С. 80-86.
11. Молчкова Л.В. Виды семантического переноса во фразеологии // Вестник Оренбургского государственного университета. 2013. №11(160). С. 135-139.
12. Омельченко Е.В. Фрактальность как фaszинативное средство (на примере поэзии И. Бродского) // Метеор-Сити. 2016. №1. С. 5-81.
13. Палкевич О.Я. Парадокс как фрактал // Вестник Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина. 2011. Т. 7. №3. С. 73-82.
14. Тарасенко В.В. Метафизика фрактала. М., 2002. URL: <http://filosof.historic.ru/books/item/f00/s00/z0000254/index.shtml>
15. Тарасенко В.В. Фрактальная семиотика: слепые пятна, перипетии и узнавания. М.: Либроком, 2009. 232 с.
16. Heylighen F. et al. The science of self-organization and adaptivity // The encyclopedia of life support systems. 2001. V. 5. №3. P. 253-280.
17. Maturana H., Varela F. Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living. Dordrecht: Reidel, 1980. P. 62.

Fractality as a property, method and essential characteristic of self-organization

Ruslan V. Khandogin

Postgraduate,
Novosibirsk State Technical University,
630073, 20, Karla Marksa av., Novosibirsk, Russian Federation;
e-mail: khandogin.ruslan@yandex.ru

Abstract

The article presents various approaches to determining the position of the category of fractality in the semantic and self-organizing field of modern post-non-classical science, and explores some problems related to the sociality of the described concept. As part of this work, the question of the ambiguity and multiplicity of interpretations and definitions of the studied concepts is raised and some approaches to determining their position in the sociological and socio-philosophical field of

modern scientific knowledge are analyzed. It gives an excursion into the history of the development of the category of fractality and at the same time emphasizes the relevance of its use in the modern socio-humanitarian space. Fractality is considered in the context of the processes of self-organization of social objects and network structures and is established as an integrative mechanism of their self-reproduction and self-development. A fractal, being an infinitely repeating form, is nevertheless capable of structurally and essentially changing, remaining systemically united, and fractality simultaneously affirms the self-developing properties of objects, the ability to develop independently in the occupied co-evolutionary space, and at the same time emphasizes the unity of the diversity of their existence and development, being one of the ways of self-constructing order out of chaos, a container of increasing complexity.

For citation

Khandogin R.V. (2019) Fraktal'nost' kak svoistvo, sposob i sushchnostnaya kharakteristika samoorganizatsii [Fractality as a property, method and essential characteristic of self-organization]. *Kontekst i refleksiya: filosofiya o mire i cheloveke* [Context and Reflection: Philosophy of the World and Human Being], 8 (2A), pp. 209-218.

Keywords

Fractal, fractalization, fractality, self-organization, social networks, dimension, synergetics.

References

1. Danilov Yu.A. (2008) Fraktal'nost'. Krasota fraktalov [Fractality. The beauty of fractals]. In: *Prekrasnyi mir nauki* [The beautiful world of science]. Moscow: Progress-Traditsiya Publ.
2. Heylighen F. et al. (2001) The science of self-organization and adaptivity. *The encyclopedia of life support systems*, 5, 3, pp. 253-280.
3. Isopeskul' O.Yu. (2012) *Fraktal'naya priroda organizatsionnoi kul'tury* [The fractal nature of organizational culture]. Available at: <http://uecs.ru/uecs47-472012/item/1638-2012-11-07-07-25-16> [Accessed 02/02/2019]
4. Klepikovskaya N.V. (2009) Metaforicheskii perenos kak sredstvo formirovaniya tekhnicheskikh terminosistem [Metaphorical transfer as a means of forming technical term systems]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye i sotsial'nye nauki* [Bulletin of the Northern (Arctic) Federal University. Series: Humanities and Social Sciences], 1, pp. 85-88.
5. Madzhuga A.G., Sinitsina I.A., Uvarova L.N. (2015) Zdorov'e cheloveka kak mnogomernyi fenomen: fraktal'nyi podkhod [Human health as a multidimensional phenomenon: a fractal approach]. *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke* [Health and education in the XXI century], 17, 4, pp. 292-298.
6. Maksimova M.V. (2011) Fraktaly v sovremennoi sinergetike [Fractals in modern synergetics]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Severo-Kavkazskii region. Obshchestvennye nauki* [News of higher educational institutions. North Caucasus region. Social Sciences], 1, pp. 8-12.
7. Maturana H., Varela F. (1980) *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*. Dordrecht: Reidel.
8. Men'chikov G.P. (2008) Fraktal'nost' – vseobshchee svoistvo bytiya [Fractality as the universal property of being]. *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya Gumanitarnye nauki* [News of Kazan University. Humanities series], 150, 4, pp. 80-86.
9. Molchkova L.V. (2013) Vidy semanticheskogo perenosa vo frazeologii [Types of semantic transfer in phraseology]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Orenburg State University], 11(160), pp. 135-139.
10. Omel'chenko E.V. (2016) Fraktal'nost' kak fastsinativnoe sredstvo (na primere poezii I. Brodskogo) [Fractality as a fascinating remedy (on the example of the poetry of I. Brodsky)]. *Meteor-Siti* [Meteor-City], 1, pp. 5-81.
11. Palkevich O.Ya. (2011) Paradoks kak fraktal [Paradox as a fractal]. *Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta im. A.S. Pushkina* [Bulletin of the Leningrad State University], 7, 3, pp. 73-82.
12. Tarasenko V.V. (2002) *Metafizika fraktala* [Fractal metaphysics]. Moscow. Available at: <http://filosof.historic.ru/books/item/f00/s00/z0000254/index.shtml> [Accessed 02/02/2019]
13. Tarasenko V.V. (2009) *Fraktal'naya semiotika: slepye pyatna, peripetii i uznvaniya* [Fractal semiotics: blind spots, peripetias and recognition]. Moscow: Librokom Publ.

14. Varneke Kh.Yu. (1999) *Revolyutsiya v predprinimatel'skoi kul'ture. Fraktal'noe predpriyatie* [A revolution in entrepreneurial culture. Fractal enterprise]. Moscow: Nauka/Interperiodika Publ.
15. Voitsekhovich V.E. (2006) Fraktal'naya kartina mira kak osnovanie teorii slozhnosti [Fractal picture of the world as the basis of the theory of complexity]. *Izvestiya nauki* [Science News]. Available at: <http://www.inauka.ru> [Accessed 02/02/2019]
16. Voloshinov A.V. (2002) Ob estetike fraktalov i fraktal'nosti iskusstva [On the aesthetics of fractals and the fractality of art]. In: *Sinergeticheskaya paradigma. Nelineinoe myshlenie v nauke i iskusstve* [Synergetic paradigm. Nonlinear thinking in science and art]. Moscow: Progress-Traditsiya Publ.
17. Vol'fson E.N., Nevzorov B.P., Fadeev Yu.A. (2015) Proyavlenie fraktal'nykh svoystv v sotsial'nykh protsessakh [The manifestation of fractal properties in social processes]. *Vestnik KemGU* [KemSU Herald], 2-5 (62), pp. 138-142.