

в романе» («Тысяча и одна ночь», «Рукопись, найденная в Сарагосе» Яна Потоцкого и т.п.), однако, лишь на рубеже третьего тысячелетия сюжетная нелинейность представляет собой художественную экстраполяцию научной картины мира на опыт повседневной жизни. Иными словами, постнеклассическая научная эпистема начинает выступать не только в качестве алиби запутанных вымышленных вселенных (новые открытия всегда так или иначе интерпретировались искусством), но постепенно начинает играть роль матрицы социального бытия, прилагая технократические принципы к моделированию социокультурной организации всего человеческого общества. Ярким примером может служить «Матрица» братьев Вачовски. Так возникает космогоническая и эсхатологическая мифология цифровой эпохи и, говоря языком М. Маффесоли, новая «околдованность мира» [Маффесоли, 1991. С. 274–283], порождающая в сознании субъекта медиакультуры синкретизм природного и социального, воображаемого и действительного, техно-виртуального и биологически-материального.

Если теория относительности породила фантазийные версии космического пространства-времени, то понятия постнеклассической науки инициировали художественную рефлексию по поводу сложных конфигураций земного хронотопа и множественности параллельных реальностей земного бытия.

Среди постнеклассических научных теорий, которые используются в качестве концептуального каркаса для нелинейных кинонарративов, особое место занимает фрактальная геометрия, начала которой в 1970–1980-х годах заложил франко-американский математик Бенуа Мандельброт [Мандельброт, 2010]. Однако первое приложение фрактальных алгоритмов в области кинематографа носило технический, прикладной характер и было связано с использованием цифровой компьютерной графики. Так горные ландшафты «Стартрека II: Гнев Хана» (1982), лунные пейзажи и боевая космическая станция «Звезда смерти» в «Звездных войнах (Эпизод VI: Возвращение джедая», 1983) были созданы на основе фрактального алгоритма СИФ, системы итерируемых функций [Кроновер, 2006. С. 301–302; Patrzalek, 2006. Pp.1–7].

В 1990-х годах концепты нелинейной хаотической динамики начинают все чаще появляться непосредственно в киносюжетах. К настоящему моменту количество фильмов, в которых в том или ином виде обыгрываются идеи фрактального устройства мира и фрактальной сущности человеческой экзистенции, исчисляется десятками. В определенном смысле можно говорить о своего рода фрактальной онтоло-

гии, которая лежит в основе многих киноновелл 1990-х — 2010-х годов, в широком жанровом диапазоне от боевика («Looper», 2012), фильма катастрофы («End Day», 2005) и фильма ужасов («Haunter», 2013) до комедии («Groundhog Day», 1993), романтической драмы («Sliding Doors», 1998) и психологического триллера («Vanilla Sky», 2001).

Ниже будут рассмотрены некоторые типы нелинейных (фрактальных) сюжетов в кинематографических нарративах, построенных на принципах «геометрической» фрактальности (вложенные и ветвящиеся сюжеты), «концептуальной» фрактальности (сюжетные паттерны разных структурно-семантических категорий), странных аттракторов (стохастические повторяющиеся сюжеты) и странных петель обратной связи (ретропричинность). Предварительно позволим себе сделать несколько пояснений по поводу сущности фракталов и фрактальных систем с позиций *digital humanities* (цифровых гуманитарных наук), сознательно оставив в стороне сугубо математические формулы и дефиниции.

Концепция фрактальной геометрии, первоначально возникнув как специальный раздел математики, неожиданно стала ключом к пониманию и моделированию объектов и феноменов, характеризующихся сложной структурой и нелинейным, «хаотическим» поведением, среди которых турбулентные потоки, облака, устья рек, горные массивы, цены на биржевых рынках, городская застройка, демографические и социально-исторические процессы, нервная система человека. Все они, как доказал Б. Мандельброт и его последователи, демонстрируют повторяющиеся паттерны разных масштабов, упорядоченные на более высоком уровне сложности. В самом общем виде, фрактал определяется как «структура, состоящая из частей, которые в каком-то смысле подобны целому» [Федер, 1988. С. 19]. Именно самоподобие является сутью фрактального образования: любой фрактал содержит на всех своих уровнях (бес)конечно воспроизводящиеся паттерны, которые в той или иной степени повторяют характерные особенности целого (формы, узоры, структурные связи, конструкции, образы, идеи и т.п.). Таким образом, самоподобие паттернов может быть орнаментальным, ментальным, поведенческим, событийным и т.д.

Принципиально также, что алгоритм построения фрактала, во-первых, является итерационным (т.е. происходит многократное повторение одного и того же набора действий), а во-вторых, рекурсивным, то есть на каждом шаге начальным значением служит результат предыдущего цикла. В гуманитарном смысле это означает не просто формальное повторение, но «циклическое» развитие изначально «заданных» форм



с приращением вмещающихся в них смыслов благодаря заключенной в алгоритм «преемственности» и «памяти» о прошлых значениях (событиях). Соответственно, некоторые герои фильмов, попадающие в «петлю времени», как, скажем, телеобозреватель Фил Коннорс из истории про День сурка («Groundhog Day», 1993, США), повторяя каждый раз «запрограммированную» череду действий, знают и помнят эту последовательность, происходившую все предыдущие дни. Поэтому даже в рамках «жесткого» алгоритма у них остается возможность, на первый взгляд, незначительных вариаций в своих поступках, а знание траекторий предыдущих «итераций» позволяет персонажу выбирать тактические решения, несколько отличные от прошлых, что, в конце концов, приводит к разрыву заколдованного круга (как у Фила Коннора) или к совершенно другому финалу (как в случае Саманты и Изэна из фильма «Если только» («If only», 2004, США)).

Тут необходимо отметить, что и в теории подобие фрактальных паттернов не обязательно должно быть абсолютным. Детерминированные (абсолютно самоподобные, в т. ч. симметричные) фракталы встречаются, в основном, в искусственных системах. Гораздо чаще фракталы оказываются стохастическими, т. е. содержат небольшие искажения паттерна благодаря специально заложенной в алгоритм случайной компоненте. Кроме того, существуют алеаторные фракталы, в которых искажения паттерна существенны и непредсказуемы из-за случайных внешних возмущений [Деменок, 2012. С.155–158]. Более того, фракталам присуща сильная чувствительность к начальным условиям, то есть малейшие различия в начальных условиях дают совершенно разные состояния системы через некоторое время. Таков и классический выбор в точке бифуркации (например, цвет таблетки в «Матрице»), и роковая случайность (успевает героиня войти в поезд или нет в фильме «Осторожно, двери закрываются» («Sliding Doors», 1998, Великобритания–США)).

Самые простые варианты фрактального подобия можно наблюдать в геометрических объектах, таких как, например, матрешка или ветвистое дерево. Они относятся к категории линейных фракталов (разные исследователи называют их также геометрическими или конструктивными [например: Чумак, 2011. С. 81–102]). Самоподобные паттерны возникают в них в результате одного и того же многократного повторенного геометрического преобразования исходной формы. На принципе «геометрической» фрактальности построены, к примеру, сюжеты таких кинофильмов, как «Господин Никто» («Mr. Nobody», 2009, Франция и др.), в котором происходит множественное ветвление линии жизни главного

героя, и «Начало» («Inception», 2010, США-Великобритания), где реальности оказываются вложенными друг в друга.

Более сложная процедура фрактального построения характерна для так называемых нелинейных (или алгебраических) фракталов. Она требует рекурсивного алгоритма расчета значений нелинейной функции, обычно содержащей комплексные переменные. Эти вычисления производятся исключительно с помощью специальных компьютерных программ, поскольку они включают в себя огромное множество операций и выполнить вручную их чаще всего невозможно. Визуализация результатов вычислений дает необыкновенно красивые фрактальные формы. К числу нелинейных фракталов относятся, например, логарифмическая спираль и знаменитое множество Мандельброта¹, содержащее помимо спиралей самоподобные паттерны, напоминающие то морских коньков, то виноградную лозу, то «черные дыры» или «отпечатки пальцев Природы» [Taylor, 1999. P. 422].

Формульно-алгебраическое происхождение имеют и так называемые странные аттракторы — пучки сложных, «запутанных», часто близких, но никогда не пересекающихся траекторий, соответствующих движению сложной открытой системы (физической или социокультурной) в ее стремлении к устойчивому состоянию. Самым известным является похожий на бабочку странный аттрактор Лоренца, описывающий метеорологические процессы². В последние годы делаются попытки соотнести «портреты» странных аттракторов (дугообразного аттрактора Хенона, кругового аттрактора Ресслера, «двукрылого» аттрактора Уэды и других, имеющих очень сложные конфигурации) с общественно-политическими и социокультурными феноменами (тип государственного устройства, смены социокультурных парадигм и т.п. [Миронова, 2005; Жуков, Лямин, 2007; Буданов, 2009].

Если рассматривать с этой точки зрения кинонарративы, то «странные аттракторы» формируются сюжетными линиями, образующими «циклические» событийные ряды. Сразу уточним, что «циклические» сюжеты, структурно относящиеся к категории странных аттракторов, можно найти не только в кинематографе последних лет. Существуют созданные еще в «доцифровую» эпоху литературные произведения и, соответственно, их экранизации, в которых одна и та же история (ча-

¹ Множество Мандельброта: <http://media.vorotila.net/items/4/6/f/t1@46fbd422-4aad-446e-b7b2-22fa56ca8bad.jpg>.

² Странный аттрактор Лоренца: http://farm1.staticflickr.com/117/273180669_517e368683.jpg.



ще всего детективная) рассказывается несколько раз — от лица разных действующих лиц, как это происходит в известной новелле Рюносэ Акутагава «В чаще» (1921) и фильме Акиры Куросавы «Расемон» (1950). Появление фрактальной истории и ее экранизации в первой половине XX века, по-видимому, не случайно. Искусство всегда оказывается наиболее чувствительным к еще неясным идеям, которые оформятся в научные концепции порой спустя многие годы. Так уже в первые десятилетия XX века, когда Пуанкаре и Жюлиа лишь заложили основы будущей теории фрактальности, нецифровые фрактальные формы появились и в изобразительном искусстве (например, в серии «Амфора» Франтишека Купки), и в музыкальных композициях (балеты «Парад» и «Меркурий» Эрика Сати) [Abraham, 2010].

Возвращаясь к киноновеллам, подобным «Расемону», отметим, что сюжетные повторы в них представляют стохастический фрактал события как бы «снаружи», с разных ракурсов, которые заданы позициями разных персонажей в истории. При этом время внутри события линейно, стохастические циклы относятся к ментальному воспроизведению мегасобытия в целом (совокупности поступков всех персонажей), а не к цепочке событий, которую повторно проживает отдельное действующее лицо. Странные аттракторы в большинстве кинонарративов конца XX — начала XXI вв., напротив, формируются «изнутри», динамикой собственного движения главного героя (героев), как, например, в известном фильме «Беги, Лола, беги» («Lola rennt», 1998, Германия). Алеаторные повторения микрособытий с незначительными изменениями в самом начале (когда девушка сбегает вниз по лестнице) приводят к принципиально разным финалам (Лола погибает от пули полицейского, ее парня сбивает машина, оба остаются живы и получают в свое распоряжение большую сумму денег). Кроме того, в современных фильмах такого рода, за редким исключением, постулируется априорная нелинейность времени, повторяемость событий возникает в результате нелинейности потока повседневности: траектории микрособытий формируют странный аттрактор именно вследствие цикличности и повторяемости временных «кластеров», чаще всего, суток, но есть варианты, где петля времени замыкается за несколько часов или минут («Исходный код» («Source code», 2011, США-Канада)). Этот временной кластер воспроизводится в разных кинонарративах от двух до «бесчисленного» количества раз, так что микрособытия складываются в каждом цикле немного по-другому, но строго в рамках сюжетного поля, т. е. бассейна притяжения странного аттрактора.

Идея нелинейного времени реализуется в трех типах фрактальных нарративов. Во-первых, это фабулы, основанные на хронологических инверсиях «технологического» генезиса (всякого рода машины времени): «Терминатор» («The Terminator», 1984/1991/2003, США-Великобритания); «Назад в будущее» («Back to the Future», 1985/1989/1990, США); «Петля времени» («Looper», 2012, США-КНР). Фильмы этой категории являются типичными произведениями в жанре научной фантастики. В большинстве сюжетов присутствуют так называемые «странные петли обратной связи», в результате которых изменения на разных уровнях (временных локусах) реальности коррелируют на основе сложного алгоритма обратной причинности. Автор этого понятия [Хофштадтер, 2001. С. 11]. Например, робот-терминатор отправляется на 45 лет назад с целью убийства девушки, которая впоследствии родит сына, ставшего во главе сопротивления людей против машин. Успешная борьба Джона (лидера Сопротивления) с искусственным интеллектом военного компьютера в будущем становится причиной смертельной опасности, которой подвергается его мать в прошлом. Кроме того, отцом Джона становится сержант Сопротивления, которого Джон посылает в прошлое, чтобы защитить свою будущую мать.

Для второго типа фрактальных кинонарративов характерны сюжеты, в которых аксиоматически задается цикличность/повторяемость времени и сюжетных паттернов как тип экзистенции, спроецированный на обычные (или не совсем обычные, но возможные) ситуации повседневной жизни: «День Сурка» («Groundhog Day»); «Если только» («If Only»); «Повторяющие реальность» («Repeaters», 2010, Канада); «Треугольник» («Triangle», 2009, Великобритания-Австралия). Примечательно, что первым фильмом такого типа, по-видимому, стала историческая кинодрама Владимира Хотиненко «Зеркало для героя» (1987, СССР), снятая по мотивам одноименной повести Святослава Рыбаса (1983). (Заметим в скобках, что именно в эти годы выходят впоследствии широко известные книги Бенуа Мандельброта по фрактальной геометрии. При этом в России идеи синергетики и фрактальности в гуманитарном дискурсе, в том числе в рамках математической истории, начнут разрабатываться лишь в середине 1990-х годов. В этой ситуации появление сюжета, построенного на принципе странного аттрактора, можно отнести к художественному предвосхищению парадигмы детерминированного хаоса.)

В историях этого типа не происходит ничего фантастического с точки зрения жизненного мира, за исключением «сбоя» в смене дат. К примеру, персонажи «Зеркала для героя», попавшие в послевоенное



прошлое, проживают обычный день (включающий работу на аварийной шахте и ночные аресты «неблагонадежных») небольшого советского шахтерского городка 1949 года. Точно также все поступки юных пациентов реабилитационной клиники («Повторяющие реальность») — даже самые радикальные, такие как употребление наркотиков, ограбление, убийство, суицид, совершаемые изо дня в день тремя молодыми людьми, попавшими в «ловушку времени», тем не менее, не выходят за рамки реально возможного. То же самое относится к кровавым событиям, разворачивающимся на пассажирском лайнере в открытом море в мистическом триллере «Треугольник». Примечательно, что разрыв замкнутого временного круга во всех случаях происходит в результате критического накопления добрых или злых дел и невозможен без осознания ответственности человека за каждый прожитый день, за каждое действие, за каждое слово. Именно поэтому жуткая последовательность убийств в кинодраме «Треугольник», как становится ясно в конце фильма, будет возобновляться бесконечно. Фрактальная структура таких кинонарративов служит средством художественного осмысления экзистенциальной проблемы «добра» и «зла» в повседневной человеческой жизни.

Кинематограф реализует концептуальные возможности фрактальных нарративов и для «документального» изображения реальности нового типа — множества потенциальных и равновозможных реальностей. Этот прием был использован компанией BBC в фильме «Конец света» («End Day»). В художественный фрейм включены четыре варианта глобальной катастрофы (мегацунами, вызванное извержением вулкана; падение астероида на одну из европейских столиц; распространение пандемии; взрыв синхрофазатронного ускорителя). Все они оказываются вложенными сюжетами «фильма в фильме» и закольцовываются титрами закончившейся телевизионной передачи, под которые каждое утро просыпается герой фильма — доктор Хауэлл.

Наконец, в некоторых кинонарративах фрактальное устройство антропо-социо-культурных пространств полагается в качестве онтологической характеристики жизненного мира: «Начало» («The Inception»); «Эффект бабочки» («The Butterfly Effect», 2004, США). Так в киноистории, созданной Кристофером Ноланом («Начало»), возможность группового погружения в многоярусные сны-реальности существует как данность и используется в качестве технологии промышленного шпионажа и внедрения определенной идеи в сознание жертв конкурентных войн. При этом архитектура сновидений и их пространственно-временной континуум выстроены на основе «невозможной» лестницы Пенроуза, которая

ма-триллер «Эффект бабочки» («The Butterfly Effect», 2004). В сложном, лабиринтоподобном кинонарративе «Господин Никто» («Mr. Nobody») фраза Э. Лоренца о бабочке изображена буквально: взмах ее крылышек становится причиной проливного дождя, который смывает с бумажной записки цифры телефонного номера, и двое любящих теряют шанс встретиться вновь.

В фильме «Эффект бабочки» спиральная структура странного аттрактора воспроизводится уже на уровне сюжетных линий. Молодой человек, в самом имени которого зашифрована возможность перерождения событий (Evan Treborn), обладает наследственными способностями возвращаться в свое прошлое и изменять его. Эван стремится «все исправить» и периодически «входит» с помощью своих дневниковых записей в поворотные моменты (т.е. в точки бифуркации) своего детства, сознательно поступая каждый раз по-другому. Спускаясь все глубже в свое прошлое, он получает все более тягостные и трагичные варианты будущего для себя и своих близких. В конце концов, он вынужден по-мальчишески жестко пресечь саму возможность дружбы с девочкой, которую он будет любить при любом раскладе будущего. В результате линии их жизней больше не пересекаются, и судьба у всех складывается вполне благополучно. Такой хеппи-энд был представлен в прокатной версии фильма. Но по первоначальному режиссерскому замыслу способ вырваться из зоны притяжения странного аттрактора существует только один: вообще не вступать ни на одну из его траекторий — и еще не родившийся младенец должен был задушить себя самого пуповиной в утробе матери. Однако публика на тестовых просмотрах выбрала счастливый конец, и, возможно, не только из-за желания эмоционального комфорта, но из-за бессознательного неприятия идеи бессилия человеческой воли перед «запрограммированным» злым роком.

Итак, в фильмах последних десятилетий фрейм «прошлое менять нельзя» заменяется препозицией «многовариантно не только будущее, но и прошлое». В постнеклассической картине мира оказывается возможным заново переиграть неудачные или трагические минуты, дни или годы. В этом отношении фрактальные кинонарративы аналогичны современным компьютерным играм-квестам, в которых игроку изначально предоставляется несколько жизней. Примерно так действует капитан Колтер Стивенс в фильме «Исходный код» («Source code», 2011), который после многочисленных попыток в альтернативных реальностях справляется с возложенной на него задачей. Стивенс вновь и вновь проводит последние восемь минут в поезде, который уже взорвался утром этого дня,

обезвреживает бомбу и находит террориста – в результате поезд благополучно прибывает в пункт назначения. При этом сам капитан Стивенс, как выясняется, ранее погиб по время боевых действий и живет лишь его сознание, которое после выполнения антитеррористической операции получает другое тело и совсем другую жизнь обыкновенного учителя. Иными словами, происходит уход с кольцевых траекторий «миссии» на кольцевые траектории повседневной жизни (на другое «крыло» странного аттрактора Лоренца). И никто не поручится, что в возможном сиквеле Стивенс снова вернется на траектории «Исходного кода» и будет раз за разом проживать последние восемь минут чьей-то жизни.

Важным отличием от классических сюжетных схем фантастических историй XX века является тот факт, что альтернативные «линии жизни» сослагательной реальности пост-постмодернистских экранных миров не просто равновозможны, но зачастую созданные вокруг них хронотопы пересекаются и влияют друг на друга. Альтернативные реальности могут оказаться параллельными, и в некоторых «складках» пространственно-временного континуума герои могут не только увидеть второго себя («Зеркало для героя»; «Осторожно, двери закрываются»), но и вступить с ним в общение («Зеркало для героя»; «Петля времени») или в схватку («Треугольник»; «Временная петля»). Более того, нередко именно рекурсивная цепочка физической борьбы с «я» номер Два, номер Три и так далее или даже его убийства и составляют ту самую странную петлю обратной связи, из которой персонаж пытается вырваться. По существу эта ситуация представляет собой проекцию присущего современному человеку страха перед своим бессознательным, вырвавшимся из уз социокультурных предписаний...

Кроме того, существует особый тип кинонарративов, фрактальность которых имеет концептуальный характер. В концептуальных фракталах (или по-другому, культурных [Downton, 2008] или семантических [Бонч-Осмоловская]) воспроизводится паттерн-концепт (символ, мифема, идеологема и т.п.). Важно, что паттерн-концепт может материализоваться по-разному в разных частях системы, он не обязательно обладает геометрической фрактальностью. Чаще всего концептуальный фрактал содержит в себе фрактальные паттерны разных типов, относящиеся к различным знаковым системам и имеющие негомогенные планы выражения [Николаева, 2013. С. 68–71].

Наиболее интересный пример концептуальной фрактальности представляет, на наш взгляд, фильм Андрея Тарковского «Солярис» (1972). Психологически пронзительная философская кинодрама обладает, по-



мимо сложного содержания экзистенциального плана [Мир и фильмы, 1991], особым структурно-семантическим кодом. И код этот построен на принципах концептуальной фрактальности. Концептуальными паттернами в фильме Тарковского вместо эпистемологических и гносеологических из повести С. Лема, стали идеи нравственного порядка — любви и смерти, совести и прощения. Поэтому рекурсивные сюжетные цепочки бесконечно возвращающихся мучительных воспоминаний и их обладающих плотью материализаций (Хари и другие «гости» — фрактальные копии ментальных слепков, извлеченных Солярисом из памяти сотрудников космической станции), оказываются не просто фрактальным повторением линейного типа, но частью фрактальной «формулы», из которой разворачивается концепция всего кинонарратива. Вторая шаль, которую Хари номер Два вешает на стул рядом с шалью, оставшейся от Хари номер Один, — это гениальная иллюстрация фрактального хронотопа воспоминаний в линейном времени человеческой реальности. Гибель настоящей (земной) Хари десять лет назад, ее «клоны», приходящие в каюту Криса, самоубийство «Хари», ее воскресение (регенерация), ее отражения в Зеркальной комнате (сцена не вошла в прокатную версию) [Салынский, 2012], ее аннигиляция представляют собой художественные итерации бесконечного проживания неизбытой вины. Одним из самых сильных концептуальных паттернов является сцена на пороге дома, где герой, подобно возвратившемуся блудному сыну Рембрандта, стоит перед вышедшим к нему отцом. Дом, который проявляется из туманной дымки на острове посреди океана разумного космоса, — это образ (или концептуальный паттерн) космологической упорядоченности, которая спрятана в глубинах хаоса вселенской жизни человеческой души...

Все, о чем шла речь выше, относится к внутренней фрактальности кинонарративов. В современном кинематографе можно наблюдать также феномен внешней фрактальности — в виде многочисленных ремейков старых экранизаций, а в культуре в целом — в виде трансмедийных художественных практик (роман — опера — балет — фильм — компьютерная игра). Существует и смешанный тип фрактальности, как в знаменитой трагикомедии Феллини «8 ½» (1963), когда и сам фильм, и фильм, снимаемый в фильме, и история жизни режиссера оказываются фрактальной семантической структурой, уровни которой располагаются одновременно внутри реальностей художественного вымысла и снаружи — в реальности человеческой повседневности. Разумеется, в контексте этого фильма нельзя говорить о каком-либо осмыслении нелинейного устройства мира и земного бытия, тем не менее, Феллини, также как, например, Саль-

Маффесоли М. Околдованность мира или божественное социальное // СОЦИО-ЛОГОС. – М., 1991.

Мир и фильмы Андрея Тарковского: размышления, исследования, воспоминания, письма/ Сост. А. М. Сандлер. – М., 1991.

Миროнова Н. И. Социальная динамика: метаморфозы самоорганизации и управления. – Челябинск, 2005.

Николаева Е. В. Концептуальный фрактал в культурных системах// Вестник Челябинского государственного университета. Серия «Филология. Социология. Культурология». 2013. Вып. 29. № 13 (304).

Николаева Е. В. Нецифровая фрактальная живопись: историко-культурологический экскурс// Вестник Самарского государственного университета. Гуманитарная серия. 2013. № 8.1 (109).

Салынский Д. Фильм Андрея Тарковского «Солярис». Материалы и документы. Вводная статья. – М., 2012.

Чумак О. В. Энтропии и фракталы в анализе данных. – М.-Ижевск, 2011.

Федер Е. Фракталы. Пер. с англ. – М., 1991.

Хофштадтер Д. П. ГЕДЕЛЬ, ЭШЕР, БАХ: эта бесконечная гирлянда. – Самара, 2001.

Abraham, Ralph. Bolt from the Blue: Arts, Mathematics, and Cultural Evolution. Epigraph Books, Rhinebeck, New York, 2010..Chapter 10. Chaos and Fractals of Paris. URL: <http://www.ralph-abraham.org/articles/kupka.pdf>.

Downton P. F. Ecopolis – Architecture and Cities for a Changing Climate. Springer Press, Vol. 1, 2008.

Lorenz E. Predictability: Does the Flap of a Butterfly's Wings in Brazil Set Off a Tornado in Texas? 1972

Patrzalek E. Useful Beauty General Introduction to Fractal Geometry. In: General Introduction to Fractal Geometry/ 2006.

Stan Ackermans Institute, IPO Centre for User-System Interaction, Eindhoven University of Technology. URL: <http://forhumanliberation.blogspot.ru/2011/02/188-geometry-of-nature-introduction-to.html>.

Taylor R. P., Micolich A., Jonas D. Fractal analysis of Pollock's drip paintings// Nature, Vol. 399, 1999.