

# МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОТНОШЕНИЯ ПОЛИТОЛОГИЯ РЕГИОНОВЕДЕНИЕ

УДК 303.09

## ФРАКТАЛЬНЫЙ МЕТОД В ПРИМЕНЕНИИ К ПОЛИТИЧЕСКИМ И ОБЩЕСТВЕННЫМ СИСТЕМАМ

© 2010 г.

*О.А. Колобов, А.Ю. Петухов*

Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского

lectorr@yandex.ru

*Поступила в редакцию 01.10.2010*

В настоящее время фрактальную геометрию успешно используют для описания процессов, которые с точки зрения других подходов хаотичны и не поддаются предсказанию. Элементы «организованного хаоса» находят и в обществе. Рассмотрена возможность и необходимость фрактального подхода и применения соответствующей математической модели к изучению общества и государства.

*Ключевые слова:* моделирование, фракталы, сложные социальные системы, нелинейные динамические системы, хаос.

### Введение

Математические модели, столь широко применяемые в естествознании, в социологических, политических и исторических исследованиях являются редкостью. Тем не менее в последние годы достигнуты существенные успехи в области создания моделей социальной и политической истории [1]. Имеющиеся к настоящему времени модели можно условно разделить на три группы:

1) модели-концепции, основанные на выявлении и анализе общих исторических закономерностей и представлении их в виде когнитивных схем, описывающих логические связи между различными факторами, влияющими на исторические процессы (Дж. Голдстейн, И. Валлерстайн, Л.Н. Гумилев, Н.С. Розов и др.). Такие модели обладают высокой степенью обобщения, но имеют не математический, а чисто логический, концептуальный характер;

2) частные математические модели имитационного типа, посвященные описанию конкретных исторических событий и явлений (Ю.Н. Павловский, Л.И. Бородкин, Д. Медоуз, Дж. Форрестер и др.). В подобных моделях основное внимание уделяется тщательному учету и описанию факторов и процессов, оказывающих влияние на рассматриваемые явления.

Применимость таких моделей, как правило, ограничена достаточно узким пространственно-временным интервалом; они «привязаны» к конкретному историческому событию и их невозможно экстраполировать на протяженные периоды времени;

3) математические модели, являющиеся промежуточными между двумя указанными типами. Эти модели описывают некоторый класс социальных процессов без претензии на детальное описание особенностей для каждого конкретно-исторического случая. Их задачей является выявление базовых закономерностей, характеризующих протекание процессов рассматриваемого вида. В соответствии с этим данные математические модели называются базовыми [2].

Моделирование динамики нелинейных систем в классических моделях [3–7, 8, 9] проводится на основе использования многомерных дифференциальных уравнений [7, 10,], разностных уравнений [11, 12], математического аппарата клеточных автоматов [11, 13], математического аппарата теории катастроф [14, 15], математического аппарата теории самоорганизованной критичности [16, 17], стохастических дифференциальных уравнений Ланжевена и Ито-Стратоновича [3, 18], анализа систем с хаосом и реконструкции устойчивых состояний (аттракторов) по временным рядам [11, 13].

Однако чаще всего данные модели оказываются справедливы лишь в решении узких задач или трудноприменимы к сложным распределённым социальным системам. Причина этого заключается в сложности моделирования социально-исторических процессов, слабой формализуемости многих понятий и факторов социальной эволюции.

В данной статье мы попробуем рассмотреть возможность применения фрактального подхода к общественным и политическим системам с целью повышения эффективности расчётов в сложных распределённых социальных системах, таких как общество, государство, крупные коммерческие компании т.д.

### Определение фрактала

Вначале согласуем наши определения основным терминам. У фрактала множество определений, данных в разное время разными учёными. Первые понятия о фрактале описывались определением объекта «линия с шириной». Т.е. как объект, сходный с линией, но более «объёмный», чем прямая [19].

Сегодня обычно определяют фрактал в геометрии как самоподобную фигуру, обладающую дробной метрической размерностью или превосходящей топологическую. Получаются геометрические фракталы путём рекурсивной процедуры.

Самоподобие означает, что структура или процесс выглядят одинаково в различных масштабах или на различных по продолжительности интервалах времени.

В современной науке фракталы применяются для описания и моделирования ряда сложнейших динамических нелинейных систем. В качестве примеров можно привести: ритмы человеческого сердца, нейронные сети, рост растений, работа кровеносной системы, расчёты длины изрезанного побережья и во многих других случаях [20]. В данных примерах применение стандартных средств описания, в том числе классических геометрических фигур (круг, квадрат, прямая), приводит к неоправданно громоздким вычислениям, а то и просто не позволяет достичь нужного результата.

Фрактальные структуры часто представляют собой след хаотических нелинейных динамических процессов. Где бы в природе в результате хаотического процесса ни формировался тот или иной элемент природной среды (берег моря, атмосфера, геологический разлом), повсюду с большой вероятностью можно обнаружить фракталы. И всё же сначала математика фрак-

тала развивалась независимо от нелинейной динамики [19].

Один из первых конкретных математических примеров применения фракталов был построен К. Вейерштрассом [21] как пример функции без производной. Эта функция геометрически представляет собой кривую  $y=y(x)$ , однозначно проектирующуюся на ось  $x$  и задающуюся как сумма ряда:

$$y(x) = \sum_{n=0}^{\infty} A^n \cos(B^n nx)$$

где  $0 < A < 1$ , а произведение  $AB$  достаточно велико (в оригинальной работе  $AB > 1 + (3/2)$ , подразумеваемое нами условие  $AB > 1$  установлено Харди [22]).

Большинство систем в природе сочетают два свойства:

- во-первых, они очень велики, часто многогранны, многообразны и сложны,
- а во-вторых, они формируются под действием очень небольшого количества простых закономерностей и далее развиваются, подчиняясь этим простым закономерностям.

В полной мере это относится и к обществу.

Фракталы являются как раз такими объектами: с одной стороны — сложные (содержащие бесконечно много элементов), с другой стороны — построенные по очень простым законам. Благодаря этому свойству, фракталы обнаруживают много общего со многими природными объектами. Но фрактал выгодно отличается от природного объекта тем, что имеет строгое математическое определение и поддаётся строгому описанию и анализу.

Опыт применения фракталов в подобных (таких, например, как нейронные сети в человеческом организме) по сложности описания динамических нелинейных системах показал, что их использование эффективно и целесообразно.

Нелинейная система — динамическая система, в которой протекают процессы, описываемые нелинейными дифференциальными уравнениями. Свойства и характеристики нелинейных систем зависят от их состояния. Детерминированную систему называют, если, зная состояние системы в момент времени  $t = 0$ , можно предсказать её развитие в любой другой момент.

Одно из главных преимуществ фракталов — способность к описанию детерминированного хаоса и детерминированных нелинейных систем. В некоторых случаях они ведут себя неупорядоченно, находятся в состоянии, которое и называется детерминистическим хаосом. Однако данное состояние для нелинейной динами-

ческой системы – это не то же, что хаос в энциклопедической интерпретации данного термина, в соответствии с которой хаос – состояние полной дезорганизации и случайности событий [19].

### **Фракталы в государственной и политической системе общества**

К настоящему времени, как уже упоминалось, теория фракталов успешно применена к ряду сложных нелинейных динамических систем. Однако применительно к обществу и государству чаще всего фракталы не использовались. Некоторые социологи и философы писали о так называемых «социальных фракталах», написано ряд работ и по кластеризации общества.

Социальный фрактал — подмножество членов социума, объединенных (осознанно или неосознанно) человеческими отношениями и выполняющих (осознанно или неосознанно) вид или подмножество видов или функций человеческой деятельности [8].

Вместе с тем необходимо отметить, что для получения серьёзных результатов от применения теории фракталов требуется построение математической модели с использованием тех их полезных свойств, которые позволяют точно описывать нелинейные динамические системы без существенных приближений.

Сегодня самое актуально слово – кризис. Под кризисом понимается такое состояние системы, когда она находится в непосредственной близости или прямо в точке бифуркации, когда состояние системы способно качественным образом измениться. Детерминированный хаос, в котором пребывает находящаяся в кризисном состоянии система, внешне похож на обычную неразбериху. Состояние системы видимым образом обусловлено совокупным действием множества причин: те же непредсказуемые, разноамплитудные всплески, отсутствие какого-либо порядка и пр. Система пребывает в крайне неустойчивом, кризисном положении, как застывший над пропастью канатоходец, она потенциально готова совершить бифуркацию. Даже легкий порыв ветра способен сбросить канатоходца в пропасть, это стандартная ситуация, когда «верхи не могут, а низы не хотят». Удивительная особенность детерминированного хаоса в том, что такие системы, как бы велики они ни были, очень легко управляемы. Канатоходцу для этого достаточно пошевелить пальцем, в крайнем случае, взмахнуть рукой. Надо только в нужный момент помочь системе, или,

как мы говорим, канатоходцу, удержаться. Для этого достаточно выполнить незаметное, легкое корректирующее движение [23].

Однако, что бы сделать правильное движение нужно понимать суть технологий управления подобным состоянием.

Технологии, широко применяемые на практике в политических целях, достаточно хорошо известны. Основой таких технологий является создание кризиса [24]. Систему надо привести в кризисное состояние. При этом она теряет устойчивость и близка к точке бифуркации. В государстве, где есть правительство, армия, законы и пр., это достигается целым рядом мероприятий. Необходимым условием для кризиса политического является кризис экономический. Другим важным условием является личная свобода, обеспечиваемая соблюдением «прав человека». Это лишает людей возможности создавать устойчивые и массовые коалиции. Идеальное совпадение с математикой, когда люди – это индивидуальные, независимые личности, как атомы в газе. Если эти условия не соблюдаются, то нет и кризиса. Но их можно создать. Для этого есть много технологий, главное дискредитировать то, что делало государство сильным. Поскольку подражание американскому пути развития постепенно пронизывает весь мир, это создает более благоприятные условия для установления косвенной и на вид консенсуальной американской гегемонии. Как и в случае с внутренней американской системой, эта гегемония влечет за собой комплексную структуру взаимозависимых институтов и процедур, предназначенных для выработки консенсуса и незаметной асимметрии в сфере власти и влияния [25]. Если же кризисное состояние достигнуто, то система находится в неустойчивом, подвешенном состоянии. Любое, самое незначительное воздействие может вызвать бифуркацию. Искусство управления любым из концептов государства [26–27] состоит в том, что такое состояние можно очень длительно поддерживать минимальными усилиями.

Подобное обычно называют глобальными манипуляциями, и поиск способов противостоять подобному приводит к необходимости создания прогнозируемой модели общества. Это нужно, чтобы видеть момент приближения системы к точке бифуркации, предсказывать подобное, а также противостоять манипуляциям извне и обнаруживать их наличие.

Именно поэтому становится очевидно, что для построения математической модели, которая способна достаточно точно описать общество в целом или государство в частности, использование

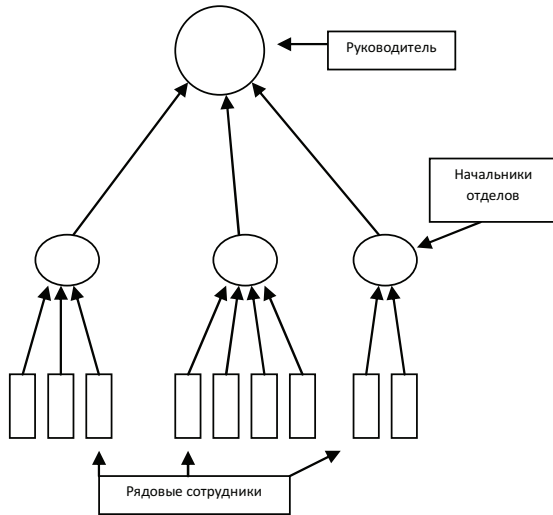


Рис. 1.

фрактального подхода на данный момент представляется целесообразным и эффективным.

**Фрактальная модель**

Современное общество в основе своей структуры имеет строгие иерархичные образования. Возьмем, например, модель небольшого бизнеса.

Во главе бизнеса находится его владелец, которого условно назовём «руководитель», у него есть три отдела, в каждом из которых также есть руководитель. В отделах работают рядовые служащие. Допустим, в первом – три человека, во втором – четыре человека, в третьем – два.

Здесь мы имеем стандартную производственную и государственную иерархию начальник-подчинённый. На рис. 1 прямоугольниками изображены рядовые сотрудники организации, овалами – начальники внутренних подразделений организации, окружностью – руководитель.

Несмотря на кажущуюся простоту, просчитать такую систему при значительном количестве уровней управления и сотрудников очень непросто. Но давайте сведём всех участников системы в один ряд, к виду, представленному на рис. 2.

Члены системы под номерами 4, 9 и 12 – это начальники отделов, 13 – это руководитель. В чём смысл такой трактовки системы: в таком виде мы сначала имеем общий ряд членов системы, которые преобразуются в строгую иерархию. Узловой точкой системы мы называем условное пересечение интересов или «направлений» труда членов системы, которые находятся на одном уровне иерархии

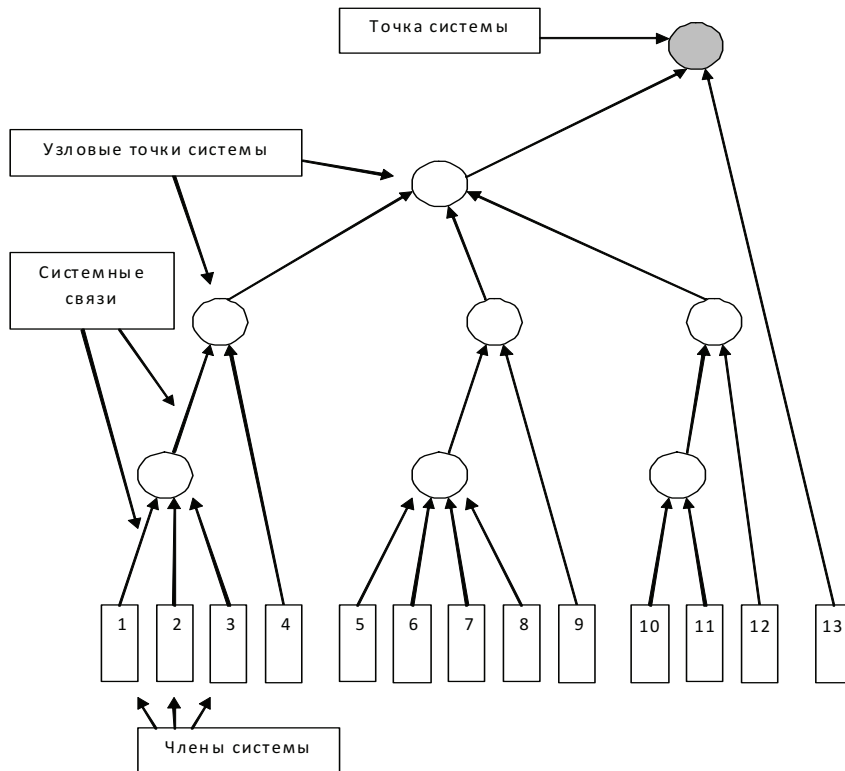


Рис. 2.

и заняты (работают) в одной обозначенной области – это, например, отдел, в котором проектная группа занимается разрешением одной задачи-проекта. Соответственно их суммарная работа складывается в узловую точку. Руководитель отдела создаёт с системой отдельную узловую точку, так как его влияние на весь отдел является определяющим, и он руководит всем отделом сразу. Соответственно, руководитель всей системы создаёт главную узловую точку системы.

Так как мы говорим о системе, и здесь присутствует иерархичность, более мелкие группы занимаются более узкими задачами, которые суммируются в более общие. Как, например, на крупном предприятии: ведётся разработка нового автомобиля, и работа отдельных цехов, занимающихся выпуском деталей, суммируется, соответственно, в общее дело – автомобиль.

В большой системе фактически идёт повторение таких моделей с незначительными изменениями, то есть общая система (например, государственная) – самоподобна.

Таким образом, мы получаем огромную фрактальную модель государства, которую представляется вполне возможным просчитать.

Вместе с тем необходимо понимать, что на данный момент математический аппарат фрактального метода не способен самостоятельно смоделировать корректно целую систему, и этот метод принимается как вспомогательный в расчетах, основанных на нелинейной динамике для обчёта конкретных параметров заданной структуры [28].

### Заключение

В статье изложено представление авторов о возможности применения фрактальной математической модели для корректного отображения государственных и политических процессов.

Также продемонстрировано, что фракталы дают возможность предсказать развитие нелинейной динамической системы с элементами детерминированного хаоса. Всё это позволяет судить не только о возможности, но и необходимости создания математической модели на основе фрактальной геометрии.

Показана фрактальность и самоподобие современной структуры общества и государственной системы.

На данный момент авторами разрабатывается полноценная математическая модель общества, в которой фрактальный метод представляет важную часть общей модели [28].

### Список литературы

1. Плотинский Ю.М. Модели социальных процессов: Учебное пособие для высших учебных заведений. М.: Логос, 2001.
2. Малков С.Ю. Математическое моделирование исторической динамики. Подходы и процессы.
3. Эбелинг В. Образование структур при необратимых процессах. Введение в теорию диссипативных структур. М.: Мир, 1979.
4. Хаггет П. Пространственный анализ в экономической географии. М.: Прогресс, 1968.
5. Анатолия кризисов. М.: Наука, 2000.
6. Романовский Ю.М., Степанова Н.В., Чернавский Д.С. Математическая биофизика. М.: Наука, 1984.
7. Мелик-Гайказян И.В. Информационные процессы и реальность. М.: Наука, Физматлит, 1998.
8. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. М.: Мир, 1979.
9. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. М.: Мир, 1990; Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б. Современные проблемы нелинейной динамики. М.: Эдиториал УРСС, 2000.
10. Малинецкий Г.Г. Хаос, структуры, вычислительный эксперимент. Введение в нелинейную динамику. М.: Наука, 1997.
11. Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. Введение в синергетику. М.: Наука, 1990.
12. Дмитриев А.С., Старков С.О., Широков М.Е. Синхронизация ансамблей связанных отображений // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 1996. Т. 4. № 4–5. С. 40.
13. Новое в синергетике. Загадки мира неравновесных структур. М.: Наука, 1996.
14. Алексеев Ю.К., Сухоруков А.П. Введение в теорию катастроф. М.: Изд-во МГУ, 2000.
15. Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения. М.: Мир, 1980.
16. Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. М.: Наука, 2000.
17. Подлазов А.В. Парадигма самоорганизованной критичности // Препринт ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. № 86. 1995.
18. Хакен Г. Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. М.: Мир, 1985.
19. Зельдович Я.Б. Соколов Д.Д. Фракталы, подобия, промежуточная асимптотика // Успехи физических наук. 1985. Т. 146. Вып. 3. С. 493–494.
20. Голдберг Л. Эри. Хаос и фракталы в физиологии человека // В мире науки. 1990. № 4. С. 25–26.
21. Weierstrass K. Abhandlungen aus der Funktiolehre. Berlin, 1896. S. 12–16.
22. Hardy G.H. Trans.Amer.Vath.Soc.,1916. V. 17. P. 301
23. Леонов А.М. Фракталы, природа сложных систем и хаос, Якутский госуниверситет, Институт математики и информатики / Материалы пятого Всероссийского постоянно действующего научного семинара «Самоорганизация устойчивых целостностей в природе и обществе».

24. Хаос и кризисы в международных системах. Доклад на симпозиуме по технологии форм управления кризисами. Монж, Бельгия, 3/19-20/92. / On leave of absence from the Santa Fe Institute, 1660 Old Pecos Trail, Santa Fe New Mexico email: gmk@santafe.edu Gottfried Mayer-Kress, Mon Jan 25 1993, 1.
25. Бжезинский З. Великая шахматная доска (Господство Америки и его геостратегические императивы) М.: Междунар. отношения, 1998. С. 40.
26. Чешков М.А. Глобальный контекст постсоветской России: Очерки теории и методол. мироцелостности / Моск. обществ. науч. фонд, Центр конвертируемого образования. М.: Издат. центр науч. и учеб. программ, 1999.
27. Дегтярев А. Основы политической теории. Электронное издание. [http://www.gumer.info/bibliotek\\_Buks/Polit/Degt/\\_05.php](http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Polit/Degt/_05.php)
28. Петухов А.Ю. Математическое моделирование сложных социальных систем и процессов. Системный социально-энергетический подход. // Материалы третьей международной научно-практической конференции «Современные проблемы гуманитарных и естественных наук» / Москва 20–25 июня 2010. С. 171–177.
29. Скопцов В.В. Социальный фрактал как фактор минимизации уровня неопределенности в социуме. Электронное издание. <http://psyfactor.org>

## FRACTAL METHOD APPLIED TO POLITICAL AND SOCIAL SYSTEMS

*O.A. Kolobov, A.Yu. Petukhov*

Currently, fractal geometry is successfully used to describe processes that in terms of other approaches are chaotic and hard to predict. However, some elements of the “organized chaos” are also found in the society. In this article, we try to show the possibility and necessity of the fractal approach and application of the appropriate mathematical models to the study of the society and the state.

*Keywords:* modeling, fractals, complex social systems, nonlinear dynamical systems and chaos.