

УДК 167/168 + 510.644

Фрактальная логика как средство моделирования коммуникативных систем

А. Н. Шуман, кандидат философских наук, доцент

Отличительная особенность фрактальной логики состоит в том, что, во-первых, логические отношения получают геометрическое представление, во-вторых, значение «истинно» не является фиксированным, а изменяется в процессе суперпозиции базовых логических функций. Фрактальную логику удобно использовать для моделирования речевых актов и выявления логических особенностей различных коммуникативных систем.

Fractal Logic as a Way of Simulation of Communicative Systems

A. Schumann, PhD in Philosophy, Associate Professor

The main feature of fractal logic includes the following properties. Firstly, logical relations have a geometrical representation and, secondly, the truth-value 'verum' is not fixed and permanently changes by superposition of basic logical functions. Fractal logic is to be used for simulating speech acts and revealing logical features of various communicative frames.

Информационное общество характеризуется увеличением числа социальных связей, а также их усложнением. Моделирование данных связей представляется важной социологической задачей, решение которой позволяет прогнозировать социальную динамику. В постиндустриальном обществе различные социальные группы, выступающие производителями культурных и научных ценностей, а также трансляторами культуры и науки в целом, в той же степени испытывают одновременно и структурную кооперацию, и структурную дифференциацию. Поэтому для социально-философских исследований встает важная задача моделирования социальной динамики в культуре и науке.

В данной статье речь пойдет о логических аспектах подобного моделирования, в частности, будут показаны некоторые преимущества, связанные с использованием фрактальной логики, в рамках которой можно всестороннее эксплицировать феномен самоорганизации в коммуникативных системах.

Феномен самоорганизации возникает благодаря нелинейным взаимодействиям, происходящим в открытых системах в неравновесных условиях [1]. Эти взаимодействия сопровождаются интенсивным обменом энергией подсистем между собой, а также обменом энергией и веществом системы в целом с окружающей средой. Поведение подобных систем характеризуется самопроизвольностью и отсутствием жесткой детерминации извне. Именно это их качество позволяет называть данные системы самоорганизующимися. Противостоит им среда – совокупность объектов, также пребывающих в некоторой динамике. В зависимости от среды,

а также формы взаимодействия со средой данной диссипативной системы выделяют следующие разновидности самоорганизующихся систем: физические, биологические, социальные. Для каждой из разновидностей характерны свои формы внутрисистемного информационного взаимодействия: физическое, биологическое, социальное.

Общим признаком процессов самоорганизации является возрастание порядка из хаоса благодаря появлению устойчивого термодинамического равновесия со средой, противоположного, однако, тепловой смерти – установлению равновесия элементов среды, независимо и неструктурированно взаимодействующих друг с другом. Для самоорганизации важную роль играет динамический характер термодинамического равновесия. В отличие от самоорганизации организация может характеризоваться, например, образованием однородных статичных структур.

Процессы самоорганизации диссипативной системы протекают наряду с процессами противоположной направленности, которые в отдельные фазы существования системы могут преобладать над линией самоорганизации и приводить к дегенерации и распаду системы в целом.

Существует особая математическая модель эволюционирующей диссипативной системы – фрактал [2]. Особое внимание математиков к фракталам вызвано необычностью их геометрической структуры. Она не может быть представлена в виде кривых или плоскостей, т. е. геометрических элементов целой размерности (размерности, равной двум в случае плоскости, трем в случае тела в евкли-

довом пространстве). Размерность фрактала будет всегда дробной величиной. Связано это с тем, что фрактал – притягивающая область для траекторий из окрестных областей. При этом все траектории внутри фрактала динамически неустойчивы. Стоит отметить, что фрактал существует только в нелинейных диссипативных системах с числом переменных больше двух.

Таким образом, изучение нелинейных диссипативных систем можно осуществлять на примере фракталов. Затем результаты исследования можно переносить на конкретные виды самоорганизующихся систем, которые в свою очередь характеризуются физическими, биологическими или социальными взаимодействиями.

С позиции математики и геометрии фракталы изучены довольно подробно. Между тем с позиции логики они пока практически не исследовались. Однако именно логические свойства фракталов легче экстраполировать на случай открытых систем с социальными взаимодействиями. Синергетическое моделирование социальных процессов и изменений рассмотрено в [3–6].

Стандартная логика предполагает только одно фиксированное значение истинности, которое называется выделенным значением и характеризуется как «истина». Рассмотрим, например, $n+1$ -значную логику Лукасевича M_{n+1} [7]. Она представляет собой упорядоченную систему $\langle V_{n+1}, \neg, \Rightarrow, \vee, \wedge, \{n\} \rangle$ для $n \geq 2, n \in \mathbb{N}$, где

- множество всех значений: $V_{n+1} = \{0, 1, 2, \dots, n\}$,
- отрицание: $\neg x = n - x$,
- импликация: $x \Rightarrow y = \min(n, n - x + y)$,
- дизъюнкция: $x \vee y = (x \Rightarrow y) \Rightarrow y = \max(x, y)$,
- конъюнкция: $x \wedge y = \neg(\neg x \vee \neg y) = \min(x, y)$,
- $\{n\}$ – множество выделенных значений.

Несложно убедиться, что выражения логики Лукасевича можно описать в качестве линейных функций.

Для предполагаемой логики фрактальных объектов, которую мы станем называть *фрактальной логикой*, одного выделенного значения не может существовать в качестве конкретного числа. Это должна быть динамическая величина. В этом случае выражения фрактальной логики должны будут представлять собой нелинейные функции в пространстве с дробной размерностью. Аппликация данной логики в сферу социальной коммуникации позволит лучше эксплицировать феномены нелинейности в человеческом общении.

Фрактальная логика призвана стать новым органом теоретического моделирования коммуникативных систем. Ее достоинствами являются два обстоятельства: во-первых, она дает геометрическое представление логического знания, соответ-

ственно, и любой научной теории или устойчивой системы коммуникации; во-вторых, проецирует научное или любое социально-культурное знание не на статическую, а на динамическую картину. Первая особенность фрактальной логики связывает ее с традиционной методологией, восходящей к традиции философского моделирования с наглядными образами пещеры у Платона, броуновского движения социальных атомов у Гоббса. Между тем имеет место некое единство в рамках фрактальной логики философского и логического моделирования. Так, логическое моделирование всегда было нацелено на регулятивное описание техник вывода, поэтому было чуждо философской образности. Однако для фрактальной логики логическое моделирование оказывается столь же образным и наглядным.

Вторая особенность позволяет выявлять динамический характер научного знания. Еще со времен Платона научная теория рассматривалась как динамическая система, и только в Новое время главным атрибутом научного знания стали считать статичность и неизблемость. В этом смысле научное знание должно быть лишено всякой динамики.

В противоположность научным положениям парадоксы не имеют статического представления, их смысловая структура предполагает некую динамику. Например, рассмотрим парадокс лжеца: Данное подчеркнутое предложение является ложным. Предположим, что данное предложение действительно является ложным. Тогда то, о чем оно говорит, является ложным. Значит оно истинно. Предположим теперь, что данное предложение является истинным. Следовательно, то, о чем оно говорит, является истинным. Значит оно ложно.

Геометрическое представление данного парадокса приведет нас к необходимости построения объекта с его проекцией на бесконечную ось времени, поскольку смысловая структура парадокса предполагает некий цикл, соответственно, вообще не имеет конечных временных границ.

Однако с позиции фрактальной логики можно строить динамические модели не только парадоксов, но и логических систем, а значит и научной теории вообще. Таким образом, фрактальная логика не делает принципиальных различий между смысловой структурой научных положений и смысловой структурой парадоксов, поскольку и те и другие носят динамический характер.

В качестве примера динамического моделирования логики рассмотрим фрактальное представление простейшего варианта двухзначного пропозиционального исчисления, в котором единственной пропозициональной переменной является p и единственным логическим союзом – штрих Шеффера | (NAND). Наша цель состоит в том, чтобы постро-

ить изображение истинностных значений для всех формул, выразимых в исходных символах p и $|$. Всего у нас четыре истинностных значения: истина, ложь, тождественная истина и тождественная ложь, эквивалентные соответственно p , $\sim p$ (т. е. $p|p$), тавтологии 1 и противоречию 0 . Для различных значений мы можем использовать различные цвета. Например, зеленый – для p , серый – для $\sim p$, красный – для тавтологий и синий – для противоречий.

Далее нам необходимо перечислить все формулы, выразимые в терминах нашего пропозиционального языка с двумя исходными символами p и $|$. Пусть первым элементов в последовательности выступит p , вторым – $p|p$, третьим – $p|(p|p)$, четвертым – $(p|p)|p$, пятым – $p|(p|(p|p))$, шестым – $(p|p)|(p|p)$, седьмым – $(p|(p|p))|p$ и т. д. Продолжая последовательность, мы станем получать все более сложные формулы. Разместим эти формулы табличным способом (табл. 1).

Таблица 1

$p p$	$(p p) p$	$(p (p p)) p$...
$p (p p)$	$(p p) (p p)$
$p (p (p p))$
...

Теперь мы раскрасим формулы, размещенные в бесконечной таблице, в четыре цвета (зеленый, серый, красный и синий) в зависимости от их значения. В итоге, как это показывается в совместной работе П. Дэниса и П. Грима [8], мы получим некий симметричный ковер (рис. 1).

Симметричность этого ковра связана с тем, что $x|y$ имеет то же самое истинностное значение, что и yx для любых формул x и y . Полосы на ковре от-

ражают тот факт, что $0|x$ и $x|0$ являются одинаково тавтологиями для любого x .

Если же формулы нашей бесконечной последовательности мы разместим в рамках табл. 2, то узор ковра заметно изменится.

Таблица 2

$p p$	$(p p) (p p)$	$p (p (p p))$...
$p (p p)$	$(p p) p$	$(p (p p)) p$...
...
...

В этом несложно убедиться (см. рис. 2).

Очевидно, что для пропозиционального языка с n переменными мы будем иметь 2 в степени $2n$ различных комбинаций истинности, соответственно, мы должны использовать столько же различных цветов для динамического представления логической системы.

В качестве иллюстрации мы показали только один из способов динамического представления пропозициональной логики.

Таким образом, динамическое представление формальных систем может предполагать их визуализацию и пространственное изображение. Отсюда может проистекать следующая интересная задача, связанная с построением формальной логики: визуальные и пространственные подходы к формальным системам должны эксплицировать метасвойства этих систем в терминах геометрии.

Итак, в рамках фрактальной логики возможны более эффективные методы анализа сложных самоорганизующихся систем, методы, проецирующие самоорганизующиеся системы на динамическую логическую картину.

Можно предложить особый вариант фрактальной

логики, в которой первичным понятием выступает речевой акт. Данная логика традиционно называется *иллокутивной логикой*. Одну из первых ее версий предложили Сёрль и Вандервекен [9].

Иллокутивная логика строится на базе множества пропозиций (правильно построенных высказываний) *Prop*, причем каждое $\varphi \in Prop$ является выражением какой-либо известной логики. Важнейшими понятиями иллокутивной логики являются поня-

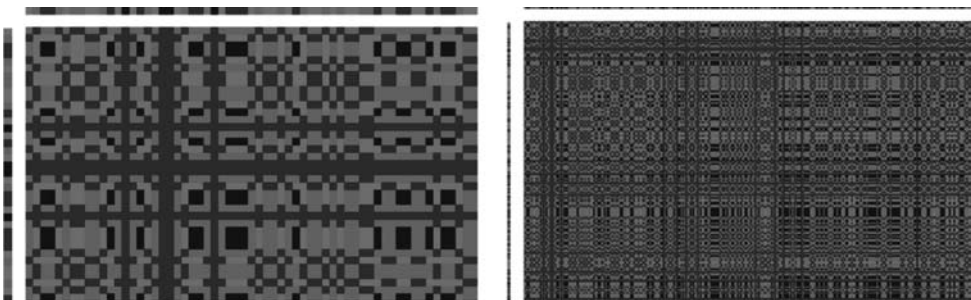


Рис. 1. Фрактальное изображение формул пропозиционального языка для табл.1

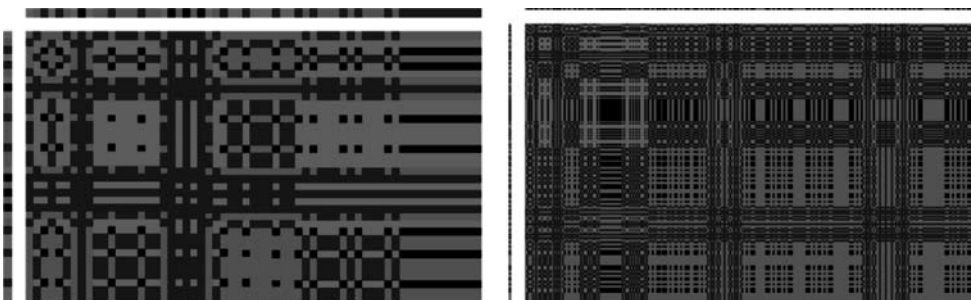


Рис. 2. Фрактальное изображение формул пропозиционального языка для табл. 2

тия локуции, иллокуции и перлокуции. *Локутивной структурой* называется система возможных миров W ; *локуцией*, или *локутивным актом*, пропозиции $\varphi \in Prop$ – интерпретация φ в системе возможных миров W . В частности, *формальной локуцией* называется интерпретация $\varphi \in Prop$ в структуре математической логики (например, в булевой алгебре), *неформальной локуцией* – интерпретация $\varphi \in Prop$ в системе возможных миров различных состояний дел. Неформальный смысл локуции таков: локуция – это некий речевой акт. Примерами локуции служат любые рассуждения, о которых всегда можно сказать, что они осмыслены.

С тем чтобы упростить рассуждения Сёрля и Вандервекена [9], введем новое понятие – «иллокутивная норма». *Иллокутивной структурой* I называется нормирование локутивной структуры W , т. е. упорядоченная пара $I = \langle W, v \rangle$, где W – локутивная структура, v – *иллокутивная норма*, отвечающая следующим условиям:

- (1) $\forall w_i \in W (w_i \geq v(w_i))$;
 - (2) $\forall w_i \in W \forall w_j \in W ((v(w_i) \wedge v(w_j)) \geq v(w_i \wedge w_j))$;
 - (3) $\forall w_i \in W (\neg v(w_i) \geq v(\neg w_i))$;
 - (4) $\forall w_i \in W \forall w_j \in W ((v(w_i) \vee v(w_j)) \geq v(w_i \vee w_j))$;
 - (5) $\forall w_i \in W \forall w_j \in W ((v(w_i) \supset v(w_j)) \geq v(w_i \supset w_j))$;
 - (6) $\forall w_i \in W (\Box v(w_i) \geq v(\Box w_i))$;
- где \Box – оператор необходимости;
- (7) $\forall w_i \in W (v(\Diamond w_i) \geq \Diamond v(w_i))$;
- где \Diamond – оператор возможности.

Иллокуцией, или *иллокутивным актом*, называется иллокутивное нормирование конкретной локуции w_i данного высказывания φ , т. е. упорядоченная пара $\langle \varphi, v \rangle$.

Неформальный смысл иллокуции состоит в том, что всякое высказывание φ рассматривается вместе с прагматической оценкой того положения вещей, которое описывается в φ . Например, высказывание «Сегодня хорошая погода» понимается уже таким образом, что я думаю или я утверждаю, что сегодня хорошая погода. Пропозиции $\varphi \in Prop$ являются содержаниями иллокутивных актов, т. е. содержаниями утверждений, приказаний, обещаний, заявлений и т. д. Говорящий, который совершает иллокутивный акт с тем или иным пропозициональным содержанием, выражает тем самым некоторую пропозицию с соответствующим иллокутивным нормированием. Существует обширное множество различных иллокутивных норм $\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$, каждая из которых имеет различную степень интенсивности. Это значит, что любая норма v^k_j характеризуется неким числом k , которое принадлежит интервалу вещественных чисел $(0, 1)$. Так, иллокутивный акт «Посоветовать, чтобы

слушатель вышел из комнаты» по своей интенсивности слабее, чем «Приказать, чтобы он вышел из комнаты»; в той же мере иллокутивный акт «Констатировать, что идет дождь» слабее, чем «Поклясться, что идет дождь». Для любых двух иллокутивных норм v^l_j и v^k_j , отличающихся друг от друга лишь *показателем степени интенсивности*, имеет место $v^l_j \geq v^k_j$ в том и только в том случае, если $l \geq k$. Так, например, говорящий, который отдает приказание, предпринимает более сильную попытку речевого воздействия, чем говорящий, высказывающий просьбу; точно так же интенсивность утверждения сильнее, чем интенсивность предположения.

Число 0 не может быть нижней точкой в последовательности степеней интенсивности – не существует иллокутивного акта, лишённого какой бы то ни было степени интенсивности. В той же мере число 1 не является верхней точкой в последовательности степеней интенсивности – не существует иллокутивного акта, обладающего абсолютной интенсивностью.

Степень интенсивности задает отношение порядка для каждой отдельной нормы. Проиллюстрируем лишь свойство транзитивности отношения $v^l_j \geq v^k_j$. Если имеет место иллокутивное нормирование с некоторой степенью интенсивности; значит, оно имеет место и с любой меньшей степенью интенсивности. Например, если говорящий требует, чтобы некто что-то сделал, то говорящий тем самым уже достиг директивной иллокутивной цели с интенсивностью, соответствующей просьбе, или с интенсивностью, соответствующей совету.

Теперь введем понятие перлокутивной нормы, которое позволит упростить анализ перлокуций.

Перлокутивной структурой P называется нормирование иллокутивной структуры I , т. е. упорядоченная пара $P = \langle I, \theta \rangle$, где θ – *перлокутивная норма*, отвечающая следующим условиям:

- (8) $\forall w_i \in I (\theta(w_i) \geq w_i)$;
 - (9) $\forall w_i \in I \forall w_j \in I (\theta(w_i) \wedge \theta(w_j) \geq \theta(w_i \wedge w_j))$;
 - (10) $\forall w_i \in I (\theta(\neg w_i) \geq (\neg \theta(w_i)))$;
 - (11) $\forall w_i \in I \forall w_j \in I ((\theta(w_i) \vee \theta(w_j)) \geq \theta(w_i \vee w_j))$;
 - (12) $\forall w_i \in I \forall w_j \in I (\theta(w_i) \supset \theta(w_j) \geq (\theta(w_i) \supset w_j))$;
 - (13) $\forall w_i \in I (\theta(\Box w_i) \geq \Box \theta(w_i))$;
- где \Box – оператор необходимости;
- (14) $\forall w_i \in I (\theta(\Diamond w_i) \geq \Diamond \theta(w_i))$;
- где \Diamond – оператор возможности.

Перлокуцией, или *перлокутивным актом*, называется перлокутивное нормирование конкретной пропозициональной установки $v^k_i(\varphi)$, т. е. упорядоченная пара $\langle v^k_i(\varphi), \theta \rangle$.

Неформальный смысл перлокуции состоит в том, что говорящий A_i (или слушающий B_j) реализует на практике пропозициональное содержание φ иллокутивного акта $v_i^k(\varphi)$. Так, если иллокуция $v_i^k(\varphi)$ была адресована говорящим A_i самому себе и реализуется им же самим на практике, то имеет место перлокутивное нормирование иллокутивного акта $v_i^k(\varphi)$; если же иллокуция $v_i^k(\varphi)$ была адресована говорящим A_i слушателю B_j и реализуется тем на практике, то имеет место перлокутивное нормирование иллокутивного акта $v_i^k(\varphi)$. Например, высказывание «Стреляй в нее!» является локуцией, если под этим высказыванием понимается некоторое положение вещей. Данное высказывание является уже иллокуцией, если говорящий A_i настаивает (советует, приказывает и т. д.) слушающему B_j , чтобы тот застрелил ее. И наконец, данное высказывание является перлокуцией, если говорящий A_i убеждает (заставляет, принуждает и т. д.) слушающего B_j застрелить ее.

Перлокуция, так же как и иллокуция, имеет различную степень интенсивности, но этот показатель полностью зависит от степени интенсивности иллокутивного акта – число k в $\theta^k(v_i^l(\varphi))$ равно или меньше числа l . Существует, таким образом, множество различных перлокутивных норм $\{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n\}$, каждая из которых имеет различную степень интенсивности.

Остин в качестве примеров перлокутивных актов приводит информирование, предупреждение об опасности, убеждение и т. д. Локутивный акт характеризуется им как «акт произнесения чего-то», иллокутивный – как «акт, произведенный во время произнесения чего-то» и перлокутивный – как «акт, произведенный путем произнесения чего-то». Именно то обстоятельство, что говорящий посредством речевого акта надеется достичь различного рода эффектов, характеризует различие между иллокутивными и перлокутивными актами. Иллокутивный акт успешен, если с помощью своего речевого высказывания говорящий добивается того, что слушающий понимает иллокутивную силу и пропозициональное содержание высказывания. «Обычно эффект означает то, что достигается пониманием значения и силы иллокуции. Таким образом, выполнение иллокутивного акта включает обеспечение схватывания». Перлокутивный акт «успешен», если на слушающего производится другой желаемый эффект – навязывание какого-то плана действия или поведенческого стереотипа.

Социальная коммуникация всегда осуществляется посредством иллокутивного нормирования, от-

сылающего к внеязыковым ресурсам. Как правило, такое нормирование имеет вид соответствующих деклараций. Например, государство не является каким-то состоянием дел – его нельзя увидеть, к нему невозможно прикоснуться и т. д., – и в этом плане оно лишено какой бы то ни было реальности, но оно все же существует как сложная система иллокутивного нормирования, непосредственно соотносимая с человеческой деятельностью – биологической, трудовой, игровой и т. д.

Иллокутивная логика, в отличие от классической, в качестве выделенного значения имеет динамический показатель, что позволяет ее охарактеризовать в качестве особой версии фрактальной логики. Так, предположим, что наша исходная логика L была двухзначной с областью значения $\{0, 1\}$, где 0 понимается как «ложно», а 1 – как «истинно». Тогда в иллокутивной логике, образованной из L , 1 не является уже выделенным значением, т. е. не может читаться как «истинно». Покажем это. Согласно нашему правилу (8) мы имеем, что $(\theta(1) \geq 1)$, а согласно правилу (11) выходит, что $((\theta(w_i) \vee \theta(\neg w_j)) \geq \theta(w_i \vee \neg w_j)) = \theta(1)$. Соответственно, 1 не является наибольшим элементом, поэтому 1 нельзя понимать в качестве выражения «истинно». С другой стороны, $\theta(1)$ также не является выделенным значением, поскольку $((\theta(w_i) \vee \theta(\neg w_j)) \geq \theta(1))$. Между тем перлокутивных норм существует бесконечно много и между некоторыми из них существует отношение порядка (например, «приказывать» и «просить»), а между некоторыми – нет (например, «думать» и «приказывать»). Значит, выделенных значений также может оказаться бесконечно много.

Теперь мы можем поставить перед собой задачу геометрического представления нашей версии иллокутивной логики. Если на диаграммах (см. рис. 1 и рис. 2) поверхность ковра постоянно расширяется и изменение рисунка ковра происходит только за счет этого, то в случае с иллокутивной логикой все будет выглядеть намного сложнее.

В качестве примера динамического моделирования иллокутивной логики рассмотрим фрактальное представление ее простейшего двухзначного пропозиционального варианта, в котором единственной пропозициональной переменной является p и единственным логическим союзом – штрих Шеффера $|$ (NAND). Наша цель состоит в том, чтобы построить изображение истинностных значений для всех формул, выражимых в исходных символах $p, |, \vee, \theta$. Всего у нас шесть истинностных значений: истина, ложь, тождественная истина, тождественная ложь, перлокутивная истина, иллокутивная ложь, эквивалентные соответственно $p, \sim p$ (т. е. $p|p$), тавтологии 1,

противоречию 0, перлокутивной истине $\{\theta(1)\}$, иллокутивной лжи $\{v(0)\}$. Если первые четыре параметра фиксированы, то последние два – нет. При каждом последующем шаге суперпозиции функции штрих Шеффера перлокутивная истина $\{\theta(1)\}$ и иллокутивная ложь $\{v(0)\}$ будут меняться. Таким образом, узор ковра будет существенно меняться с каждым новым шагом суперпозиции.

Фрактальное представление иллокутивной логики позволяет моделировать наглядные геометрические аналоги конкретных коммуникативных сообществ (например, каких-то научных сообществ – научных школ, исследовательских групп и т. д.). Моделирование коммуникативных систем может осуществляться при этом по следующему алгоритму:

1. Выявление устойчивого набора иллокуций/перлокуций, отличающих данную коммуникативную систему от других.
2. Построение иллокутивной логики данной коммуникативной системы.
3. Моделирование геометрического аналога построенной иллокутивной логики.
4. Сопоставление полученной геометрической картины с идеальным образцом, приемлемым для изучаемой коммуникативной системы.
5. Коррекция, в случае необходимости, устойчивого набора иллокуций/перлокуций изучаемой коммуникативной системы.

Итак, с позиции нашего подхода управление сложными объектами науки и культуры должно осуществляться на основании моделирования коммуникативной практики, принятой в рамках данных объектов.

Список цитированных источников

1. *Glieck, J.* Chaos: Making a New Science / J. Gleick. – N. Y., 1987.
2. *Schroeder, M.* Fractals, Chaos, Power Laws: Minutes from an Infinite Paradise / M. Schroeder. – N. Y., 1991.
3. *Василькова, В. В.* Порядок и хаос в развитии социальных систем: синергетика и теория социальной самоорганизации / В. В. Василькова. – СПб., 1999.
4. *Плотинский, Ю. М.* Математическое моделирование динамики социальных процессов / Ю. М. Плотинский. – М., 1992.
5. *Черников, М. В.* Самоорганизующиеся системы: методологические подходы и проблема управления / М. В. Черников // Общество и человек: пути самоопределения. – СПб., 1994.
6. *Штомпка, П.* Социология социальных изменений / П. Штомпка. – М., 1996.
7. *Rescher, N.* Many-Valued Logic / N. Rescher. – N. Y., 1969.
8. *Denis, P. S.* Fractal Images of Formal Systems / P. S. Denis, P. Grim // The Journal of Philosophical Logic. – 1997. – № 26.
9. *Searle, J. R.* Foundations of Illocutionary Logic / J. R. Searle, D. Vanderveken. – Cambridge, 1984.

Дата поступления статьи в редакцию: 27.05.2008.