

7. GOST R ISO/MEK 27005-2010. *Informacionnaya tekhnologiya. Metody i sredstva obespecheniya bezopasnosti. Menedzhment riska informacionnoj bezopasnosti* [GOST R ISO/MEK 27005-2010. Information technology. Security methods and tools. Information Security Risk Management]. Moscow: Standartinform Publ, 2011, 51p. (In Russian).
8. Andrianov V.I., Romanov G.G., Shterenberg S.I. Ekspertnye sistemy v oblasti informacionnoj bezopasnosti [Expert systems in the field of information security]. IV mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy i nauchno-metodicheskoy konferencii «Aktual'nye problemy info-kommunikacij v nauke i obrazovanii». Sbornik nauchnyh statej [IV international scientific-technical and scientific-methodical conference «Actual problems of info-communications in science and education». Collection of scientific articles], APINO-2015, Sankt-Peterburg, 2015, vol. 1, pp. 193–197. (In Russian).
9. Korobulina O.Yu. Baza znanij ekspertnoj sistemy audita informacionnoj bezopasnosti [The knowledge base of the expert system for information security audit]. *Programmnye produkty i sistemy* [Software Products and Systems], 2010, no. 4, pp. 89–91. (In Russian).
10. The structure of the expert system. Available at: <http://www.aiportal.ru/articles/expert-systems/structure.html> (accessed: 23.08.2019). (In Russian).

*Received 25.11.2019*

## ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

УДК 50.03.05

### ВЕРОЯТНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЕМОГО ХАОСА

Маслов О.Н.

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара, РФ

E-mail: maslov@psati.ru

Хаос с позиций теории сложных систем и системного анализа рассматривается как объект, соответствующий области функционирования нерефлекторных сложных систем. Актуальность его изучения объясняется вхождением в триаду «Управляемый хаос – Гибридная война – Цветная революция». Признаком нерефлекторных сложных систем, по определению Н.Н. Моисеева, является наличие «человеческого фактора» в виде лиц, принимающих решения. Для нерефлекторных сложных систем характерны нелинейная динамика и неустойчивое поведение, эффекты самоорганизации в сочетании с хаотическими явлениями и полифуркациями. Неопределенность знаний лиц, принимающих решения о свойствах нерефлекторных сложных систем существенно затрудняет управление ими. Для моделирования хаотических процессов в сложных системах, предлагается использовать достижения теории вероятностей: объективной Лапласа – Колмогорова и субъективной Бернулли – Свиджа. Обсуждается соответствие хаотического процесса аксиомам управления, представлена онтологическая модель ситуации, формируемая на базе верифицированных и аксиологических знаний лиц, принимающих решения о параметрах и характеристиках сложных систем. Показана важность структурирования и формализации задач, связанных с исследованием хаотических процессов конкретных сложных систем. Изложены принципы моделирования хаоса с применением аналитических моделей объективной теории вероятностей и эвристических моделей субъективной теории вероятностей. Отмечена перспективность применения новых информационных технологий для анализа и управления хаотическими процессами нерефлекторных сложных систем.

**Ключевые слова:** управляемый хаос, анализ и моделирование, теория управления, нерефлекторные системы, человеческий фактор, неопределенность знаний лиц, объективная и субъективная теории вероятностей, фракталы и аттракторы, холоны и акторы, новые информационные технологии

#### Введение

Управляемый хаос (Controlled Chaos, от греч. *chaos* – «беспорядок, неразбериха, путаница») является начальным звеном разрушительной триады, включающей также гибридную войну (Hybrid

Warfare) и цветные революции (Coloured Revolution), которая достаточно активно изучается сегодня как в России, так и за рубежом [1]. Противоборство сторон в рамках данной триады соответствует условиям игры с антагонистическими интересами фон Неймана [2] и имеет целью

не столько торжество каких-либо морально-этических или правовых норм, в том числе узаконенных на межгосударственном и общечеловеческом уровне, сколько захват или разрушение жизненно важных национальных пространств противника: географического, природно-энергетического, идеологического и информационного [3].

С позиций теории сложных систем (СС) и системного анализа управляемый хаос представляет собой объект, соответствующий области исследования нерефлекторных СС, определение которых было дано Н.Н. Моисеевым применительно к СС социально-экономического, экологического, военного и др. типа [4; 5]. Нерефлекторные СС отличаются нелинейной динамикой и неустойчивым поведением, эффекты самоорганизации сочетаются в них с наличием хаотических режимов и полифуркациями, характерным и неотъемлемым свойством является «человеческий фактор» (далее без кавычек) – в виде лиц, принимающих решения (ЛПР), а также множеств других людей, прямо или косвенно участвующих в реализации принятых решений [6–9]. Анализ и моделирование хаотических процессов, протекающих в нерефлекторных СС, имеют для них – в рамках упомянутой триады – жизненно важное значение как в теоретическом, так и в практическом плане.

По взглядам на динамику хаоса представители разных наук [10–13] заметно различаются между собой: разброс терминов, субъективных мнений и высказываний на этот счет говорит о том, что переход от аксиологических знаний ЛПР к верифицированным (более подробно см. далее) здесь еще не произошел. Не претендую на существенный вклад, ограничимся замечанием, что изучение хаотических процессов, на наш взгляд, требует комплексного применения методов и средств исследования СС с целью создания систем управления (СУ) ими – в этой связи представляется важным слабоструктурированные и трудно формализуемые задачи, относящиеся к плохо организованным (диффузным) нерефлекторным СС, делать понятными для компьютера, переводить на язык формул и алгоритмов, к чему не все ЛПР, разумеется, сегодня готовы.

Цель статьи – обсуждение подходов, принципов и результатов теории хаоса, а также теории СС и СУ, связанных с применением современных способов моделирования: от мысленного и верbalного до компьютерного метода статистического имитационного моделирования (СИМ), в интересах изучения и управления хаотическими процессами в нерефлекторных СС.

## Проблема управления хаосом

Классическая схема СУ включает объект и субъект управления, а также систему информационного обмена между ними [7–9]. Теория управления располагает аксиомами, без которых работа СУ считается невозможной [4; 5; 8]. Эти аксиомы требуют выполнения условий наблюдаемости и управляемости объекта; наличия цели и критерия оценки эффективности управления; свободы выбора управляющих воздействий; наличия ресурсов (методов и средств), обеспечивающих работу СУ. На вопрос о том, в какой мере хаотические процессы в нерефлекторных СС соответствуют аксиомам управления, утвердительного ответа теория хаоса, развитая применительно к физическим СС, разумеется, не дает. В то же время не только ряд терминов: таких как «аттрактор», «фрактал», «фактор», «неопределенность», «вероятность», но и формальные принципы анализа и моделирования хаотических процессов могут быть перенесены в проблему управления хаосом [10–13].

Аналогичным образом дело обстоит и с теорией знаний, на основе которой формируется здесь онтологическая модель ситуации (ОМС). Напомним, что онтологией (от греч. *ontos* – «сущее») именуется совокупность понятий (концептов) и отношений между ними в рассматриваемой предметной области [6]. Персональные онтологии основаны на индивидуальных знаниях ЛПР, групповые онтологии формируются из их фрагментов путем достижения взаимопонимания между ЛПР и представляют собой ОМС как концептуальную платформу для достижения поставленной общей цели. Поэтому в составе ОМС присутствуют как явные верифицированные знания, признаваемые всеми ЛПР, так и их неявные аксиологические знания (в виде убеждений, личного опыта и гипотез), остающиеся предметом дискуссии между ними. Сегодня есть все основания считать, что именно аксиологические знания, при условии их полноты, логической связанности и непротиворечивости, обладают наибольшим потенциалом для управления нерефлекторными СС [8].

Причина этого в том, что для успешных действий ЛПР необходимо не столько достоверное описание тех или иных объектов и процессов, сколько знание дела как руководство к обоснованному выбору этих действий, что заставляет их «наводить мосты», находить и расширять точки соприкосновения между аксиологическими и верифицируемыми знаниями о рассматриваемых СС. Формируемая на основе верифицированных знаний ОМС предполагает применение объек-

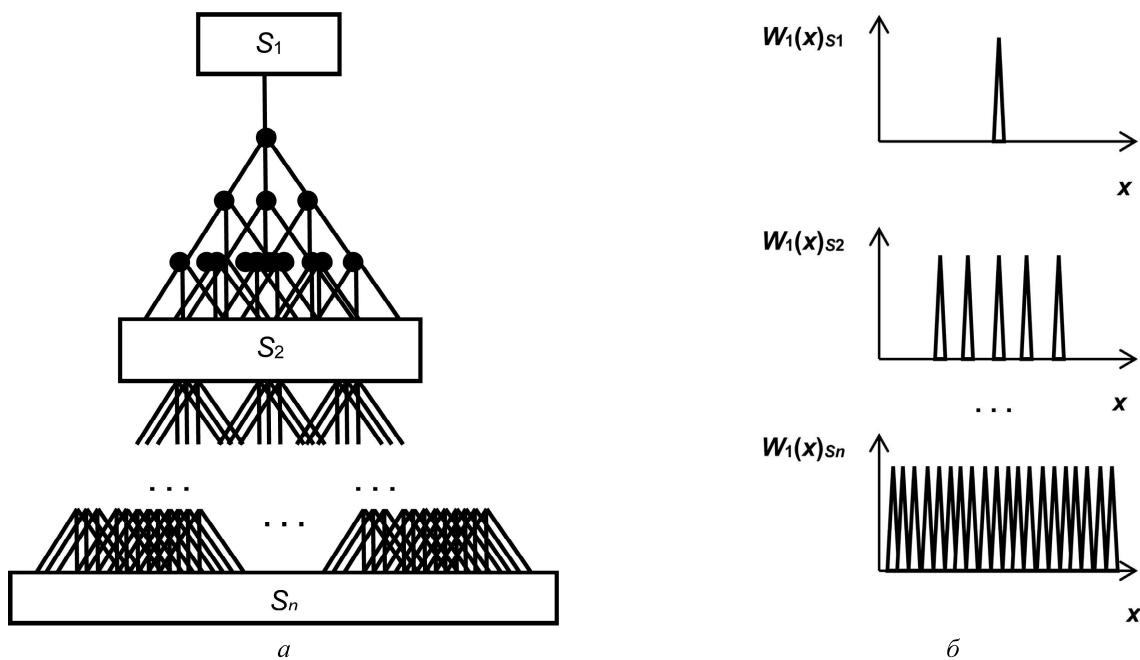


Рисунок 1. Вероятностная модель неуправляемого хаотического процесса

тивной теории вероятностей (ТВ) Лапласа – Колмогорова, тогда как ОМС, создаваемая на базе аксиологических знаний ЛПР, имеет в виду применение субъективной ТВ Бернулли – Сэвиджа. Эти два подхода и две системы «вероятностных координат» различаются по существу – как, например, системы декартовых и сферических координат в геометрии. Поэтому, пользуясь ими, разные ЛПР способны принимать решения и предпринимать управленческие действия, которые заметно отличаются между собой.

### Принципы моделирования хаотического процесса

Будем считать, что дерево решений в обобщенном виде включает три ветви: связанные с ухудшением, сохранением и улучшением прежнего состояния СС. Тогда последовательный переход от общего состояния СС  $S_1$  к состоянию  $S_2$ , а затем – к  $S_n$  будет иллюстрировать схему, приведенная на рисунке 1, *a*, где точки ветвления (полифуркации) обозначены черными кружками. Очевидно, что при переходе от  $S_1$  к  $S_n$  число триадных ветвей возрастает достаточно сложным (поскольку ветви пересекаются и накладываются друг на друга), но предсказуемым образом – если результаты полифуркации можно считать детерминированными (что, однако, представляется нереальным), и непредсказуемым образом – если они являются стохастическими. В последнем случае ОМС демонстрирует существенный рост неопределенности знаний ЛПР о состоянии СС, ее свойствах, характеристиках и рабочих параметрах,

что даже визуально отражает сгущение ветвей при движении «сверху вниз» на рисунке 1, *a*.

Рассматривая иерархические деревья, аналогичные приведенному на рисунке 1, *a* в перевернутом виде, Л. да Винчи предположил, что суммарная толщина его ветвей на любой высоте будет равна толщине основного ствола [10] – на языке ТВ это соответствует условию сохранения для  $S_1; S_2 \dots S_n$  вероятности полной группы событий, равной единице. В соответствии с этим модель неуправляемого хаотического процесса отражает схема на рисунке 1, *b*, где  $W_1(x)_{S1,S2,Sn}$  – финитные функции одномерной плотности распределения вероятности (ПРВ) случайной величины  $x$  (фактора, параметра СС), соответственно, для  $S_1; S_2$  и  $S_n$ , которые в условном (дискретном и ненормированном) виде показаны острыми треугольниками. Видно, что сгущению ветвей при движении «сверху вниз» на рисунке 1, *a* здесь соответствует «уплотнение» композиции исходной ПРВ – при переходе к  $S_2$  в виде конечного числа  $W_1(x)_{S1}$ , а при переходе к  $S_n$ , если  $n \gg 1$  – в виде «квазибесконечного» их числа.

Отметим, что для более реалистичных непрерывных ПРВ рост неопределенности ведет к равномерному закону для  $W_1(x)_{S_n}$  в соответствии с принципом безразличия Лапласа, согласно которому все состояния СС при отсутствии необходимой информации о них считаются равновероятными.

Моделирование управляемого хаотического процесса иллюстрируют схемы на рисунке 2: если ЛПР удастся удержать процесс перехода

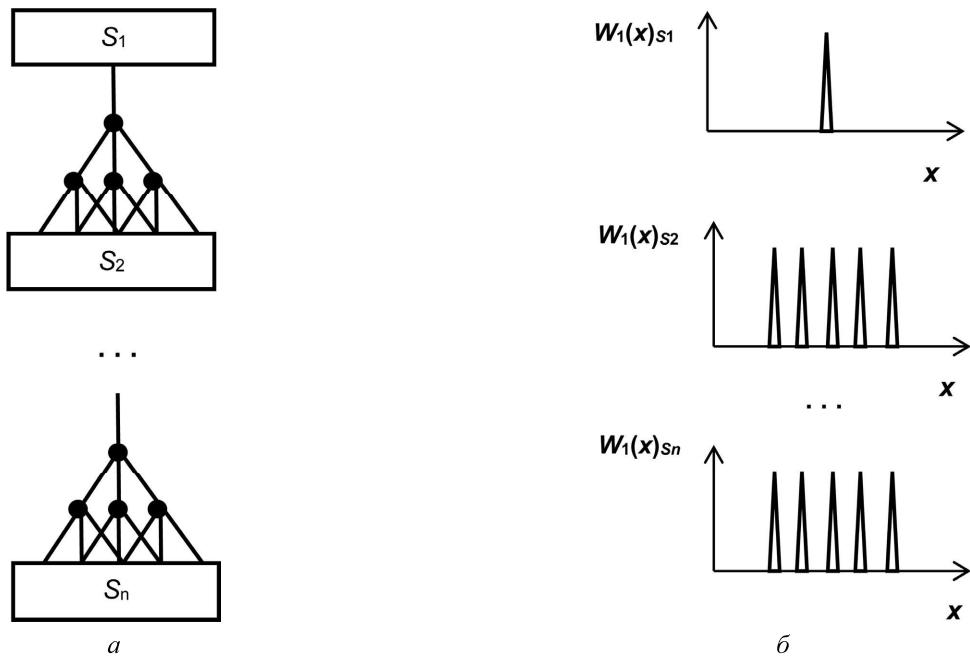


Рисунок 2. Вероятностная модель управляемого хаотического процесса

от  $S_1$  к  $S_n$  от неограниченного роста числа триадных ветвей (которое на рисунке 2, *a* принято равным пяти), то все ПРВ  $W_1(x)_{S2} \dots W_1(x)_{Sn}$  на рисунке 2, *b* будут соответствовать композиции показанных пяти  $W_1(x)_{S1}$ . Вопрос, удастся ли ЛПР сделать это на практике, возвращает нас к теории управления нерефлекторными СС: от аксиом управления до методов и средств реализации способов управления конкретными СС, в том числе с применением метода СИМ.

### Типовые аналитические модели

Модели ТВ, соответствующие росту неопределенности знаний ЛПР при движении «сверху вниз» на рисунках 1 и 2, демонстрирует рисунок 3. Первым предельным случаем здесь является полная определенность знаний, когда ПРВ  $W_1(x) = \delta(x)$ , где  $\delta(x)$  – дельта-функция Дирака, см. рисунок 3, *a*. Второй предельный случай – равномерное распределение  $W_1(x)$ , соответствующее принципу безразличия Лапласа, см. рисунок 3, *e*. Варианты реализации других моделей иллюстрируют рисунки 3, *б–д*.

В условиях применимости обобщенной центральной предельной теоремы (ЦПТ) ТВ финитная модель, показанная на рисунке 3, *в*, принадлежит семейству одномерных устойчивых законов [8; 18] и в существенной области преобразования Фурье  $x[x_1; x_2]$ ;  $U[0; U_m]$  определяется через характеристическую функцию (ХФ) вида

$$f_1(U) = \exp\{j\alpha U - b|U|^\gamma [1 + jc(U/|U|)G(U; \gamma)]\}, \quad (1)$$

где  $U$  – аргумент ХФ;  $\alpha [-\infty; \infty]$ ;  $b [0; \infty]$ ;  $c [-1; 1]$ ;  $\gamma (0; 2)$  – параметры устойчивого закона, причем

$$G(U; \gamma) = \begin{cases} -\tan(\pi\gamma/2); & \gamma \neq 1, \\ (2/\pi)\ln|U|; & \gamma = 1. \end{cases}$$

В четырех частных случаях соответствующие (1) варианты  $W_1(x)$  могут быть записаны в аналитическом виде через элементарные и специальные функции (ограничимся  $\alpha = c = 0$  и для простоты опустим нормирующие множители в области  $x[x_1; x_2]$ ):

– модель I на основе нормального закона ( $\gamma = 2$ ), показанная на рисунке 3, *г*:

$$W_1(x) = (1/2\sqrt{\pi b}) \exp(-x^2/4b), \quad (2)$$

где максимум ПРВ соответствует  $W_1(0) = (1/2\sqrt{\pi b})$ ;

– модель II на основе закона Коши ( $\gamma = 1$ ):

$$W_1(x) = b/\pi[x^2 + b^2], \quad (3)$$

где максимум ПРВ есть  $W_1(0) = (1/\pi b)$ ;

– модель III при  $\gamma = 1/2$ :

$$W_1(x) = (1/\sqrt{2\pi|x|^3}) \Phi(b^2/4|x|), \quad (4)$$

где максимум ПРВ равняется  $W_1(0) = 2/\pi b^2$ ,

$$\Phi(b^2/4|x|) = \cos(b^2/4|x|)[0,5 - C(b^2/4|x|)] + \sin(b^2/4|x|)[0,5 - S(b^2/4|x|)],$$

$$C(x) = \sqrt{2/\pi} \int_0^{\sqrt{x}} \cos(t^2) dt;$$

$$S(x) = \sqrt{2/\pi} \int_0^{\sqrt{x}} \sin(t^2) dt$$

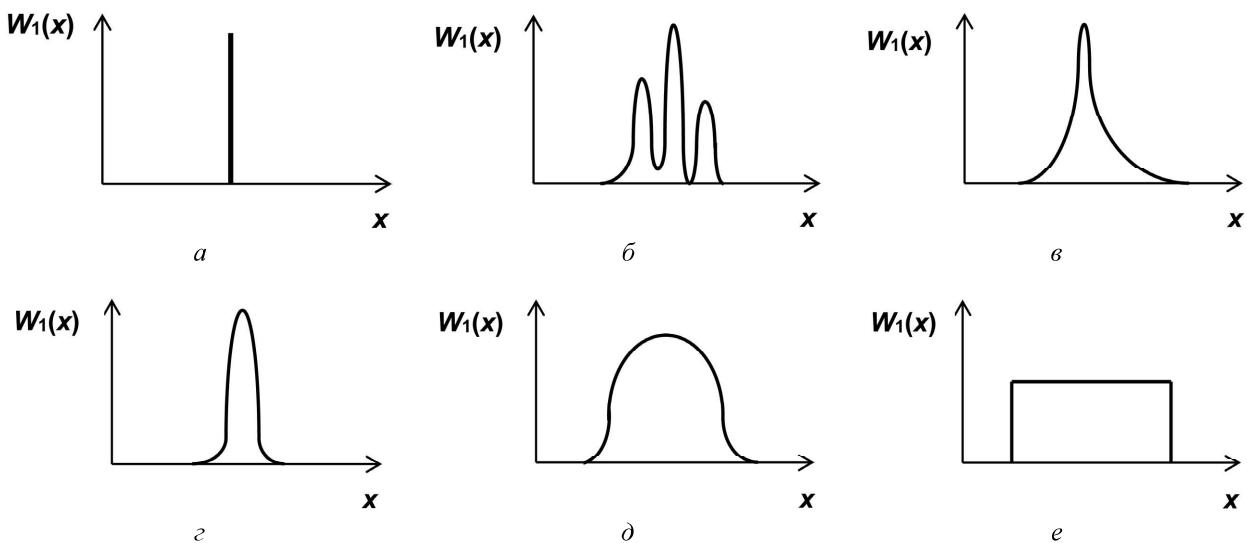


Рисунок 3. Типовые варианты реализации вероятностной модели хаотического процесса

– косинус-интеграл и синус-интеграл Френеля соответственно;

– модель IV при  $\gamma = 2 / 3$ :

$$W_1(x) = (1 / 2\sqrt{3\pi} |x|) \exp(2b^3 / 27x^2) \times W_{-1/2, 1/6}(4b^3 / 27x^2), \quad (5)$$

где максимум ПРВ  $W_1(0) = (3 / 4\sqrt{\pi b^3})$ ;  $W_{-1/2, 1/6}(x)$  – функция Уиттекера.

В более общем случае семейство устойчивых законов является частью класса  $L$  П. Леви, а в еще более общем виде – принадлежит обширному классу безгранично делимых законов [8; 18]. Наибольшее применение из всех этих ПРВ получил, как известно, нормальный закон (см. рисунок 3, г), который: во-первых, соответствует условиям применимости ЦПТ ТВ; во-вторых, имеет конечные числовые параметры (среднее значение и дисперсию) в бесконечных пределах  $x[-\infty; \infty]$ , что с учетом применения стандартных численных методов для реализации финитных моделей не представляется сегодня его особым достоинством.

При  $\gamma > 2$  ПРВ, соответствующая (2), перестает быть функцией, положительно определенной в бесконечных пределах, что недопустимо в рамках ТВ. Однако, поскольку данная модель находит применение в задачах, связанных с преобразованием и аппроксимацией распределений  $x$  в области значений, ограниченной условием  $W_1(x) > 0$ , такого рода финитные модели в [18] было предложено именовать формально устойчивыми распределениями. Они располагаются между равномерным и нормальнym законами (см. рисунок 3, д), отличаясь от последнего более плоской вершиной и отрицательным значением коэффициента эксцесса. Современные пакеты

прикладных программ реализуют модели  $W_1(x)$ , соответствующие (1), которые удовлетворяют условиям решения абсолютного большинства конкретных задач.

### Способы управления хаотическим процессом

В свете изложенного представляется, что для моделирования неуправляемого хаоса (см. рисунок 2) могут быть использованы все вероятностные модели, приведенные на рисунке 3. Однако для моделирования управляемого хаотического процесса наиболее подходит композиционная модель, показанная на рисунке 3, б.

Во-первых, потому, что она соответствует схеме на рисунке 2, б.

Во-вторых, так как именно с нее начинается переход от упорядоченного хода событий в СС к беспорядочному, что является одним из признаков хаотичности наблюдаемого процесса.

В-третьих, можно предположить, что выполнение условий применимости ЦПТ ТВ означает переход к своего рода «самоуправлению» СС независимо от воли ЛПР по объективным законам ее функционирования, что противоречит аксиоме управляемости объекта для моделей на рисунках 3, в и г.

Пусть модель хаотического процесса имеет обобщенный вид

$$X(N, t) = \sum_{n=1}^N x_n, \quad (6)$$

где  $x_n$  – модели факторов, как стохастических, так и детерминированных, которые влияют на состояние и поведение объекта моделирования,  $n[1; N]$ . Если «рычагами» управления являются среднее значение

$$m_1\{X\} = \sum_{n=1}^N m_1\{x_n\} \quad (7)$$

и дисперсия хаотического процесса

$$D\{X\} = \sum_{n=1}^N D\{x_n\} + 2 \sum_{n < m} R_{nm} \sqrt{D\{x_n\} D\{x_m\}}, \quad (8)$$

где обозначения аналогичны (6), а  $R_{nm}$  – параметр, учитывающий корреляционную связь  $x_{n,m}$ , то сразу просматриваются по меньшей мере два способа управления состоянием  $X(N, t)$  со стороны ЛПР: путем изменения состава и структуры рассматриваемой нерефлекторной СС. В первом случае речь идет о регулировке числа факторов  $N$  и параметров  $D\{x_n\}$ ,  $m_1\{x_n\}$ , причем с учетом знаков последних; во втором случае – об изменении алгебраических значений  $R_{nm}$ , то есть также с учетом их знаков.

Для нормальной модели (см. рисунок 3, г) в общем случае  $m_1\{x_n\} = a_n$ ;  $D\{x_n\} = \sigma_n^2$ , и тогда

$$a_N = \sum_{n=1}^N a_n; \quad \sigma_N^2 = \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^N \sigma_n \sigma_m R_{nm}.$$

Приведенные формулы могут быть использованы ЛПР при дискретном управлении модельным временем, когда поведение СС характеризует динамика ее состояний и отношений с внешней средой, что полностью соответствует ОМС исследования управляемого хаоса.

### **Новые информационные технологии и управление хаосом**

Стратегия и тактика гибридной войны предусматривают реализацию функций СУ, к числу которых относятся сбор данных о состоянии объекта – управляемой нерефлекторной СС; информационный обмен между объектом и субъектом: формирование сообщений, необходимых для управления, и передачу их по каналам связи; учет показателей состояния и контроль поведения СС; анализ, прогнозирование и планирование работы СС; оперативное управление СС, включая организацию и координацию действий ЛПР, а также доведение принятых решений до всех исполнителей. Эффективное управление хаосом, таким образом, в большей мере связано с сознательным и детерминированным воздействием ЛПР на СС, чем с какими-либо его стохастическими аналогами. Тем не менее самопроизвольный выход СС из-под контроля исключать нельзя, и вероятностные модели должны учитывать это.

Влияние человеческого фактора на работу нерефлекторных СС различные теории объясняют по-разному, но в данном случае противоречий между ними нет. Согласно теории холонов

(от греч. on и holos – «частица целого» [6]), главным действующим лицом в СС является актор – ЛПР, отвечающий за руководство холоном как составной частью СС (холон и актор здесь фигурируют наподобие того, как в теории хаоса фрактал и аттрактор). Тогда, с одной стороны, управление хаосом требует создания точечных аттракторов, или хотя бы аттракторов типа предельного цикла, – переход к «странным» (фрактальным) аттракторам означает конец управления. С другой стороны, из теории холонов известно, что проблема эффективного управления ими связана с преодолением неопределенности знаний ЛПР [14], то есть также аналогична устранению фрактальных аттракторов, для чего необходимо формировать ОМС путем достижения взаимопонимания между ЛПР, согласовывать их субъективные суждения, гипотезы и прогнозы, трансформировать аксиологические знания в верифицированные и т. п.

Тяжелые хвосты ПРВ на рисунке 3, в теория хаоса объясняет присутствием обратных связей в СС [12; 13], тогда как объективная ТВ лишь уточняет, что при этом СС будут соответствовать условиям применимости обобщенной ЦПГ, когда аргументы в  $W_1(x)$  формируются путем обобщенного суммирования (под которым понимается совокупность любых полугрупповых операций: сложения, умножения, возведения в степень и т. д.) достаточно большого числа элементарных слагаемых (факторов, по терминологии теории СС и СУ [8]). Это, кстати, упраздняет обширный ряд аппроксимационных моделей: от показательно-степенного закона до «авторских» распределений Берра, Фреше, Вейкеби, Джонсона и др. в составе пакетов типа EasyFit Professional. Наконец, выход хаотического процесса из-под контроля ЛПР может быть как результатом действий противника в игре по фон Нейману [19–21], так и следствием спонтанного сочетания стохастических факторов, что исследует теория выбросов случайных процессов [22].

Изложенное позволяет сделать два предварительных вывода: теоретический и практический. Теоретический вывод указывает на возможность трансформировать фракталы (холоны) и формировать аттракторы (включая прямую замену акторов) в составе нерефлекторной СС с целью управления ее хаотическим состоянием. Практический вывод заключается в том, что эффективное управление хаосом невозможно без применения новых информационных технологий (ИТ): компьютерных версий методов Монте-Карло и СИМ, а также средств интеллектуальной

поддержки действий ЛПР: ИТ-реинжиниринга бизнес-процессов; СУ-взаимоотношениями с клиентами корпорации Customer Relationship Management (CRM-Systems, другое название – систем формирования услуг по заказу клиента) [7–9]), систем управления риском и ожидаемой полезностью СС [21; 23].

### **Трансформация фракталов и создание аттракторов**

Вернемся к различию атрибутов объективной ТВ Лапласа – Колмогорова и субъективной ТВ Бернули – Сэвиджа, которое находит продолжение в теориях знаний, риска, ожидаемой полезности, а также, по аналогии, в теории управляемого хаоса. Фракталы и аттракторы в составе физических СС существуют независимо от субъективности человеческого фактора, поэтому задача ЛПР – правильно понять, о чем каждый раз идет речь, и адекватно промоделировать их применительно к условиям решаемой задачи. Объективные трудности здесь связаны с тем, что «самым важным из всего, что находится под грифом «секретно» и защищено сложной кодовой системы, является закон природы» [24]. Для преодоления этих трудностей групповая ОМС формируется как результат упорядоченного (поддающегося структурированию и формализации) мышления ЛПР согласно аксиомам рационального поведения, важнейшими из которых являются аксиомы транзитивности, безразличия, независимости и рациональности [2; 3].

Для нерефлекторных СС открытого типа – фрактальных, холонических, самоуправляемых, саморазвивающихся, синергетических – этого недостаточно, поскольку разные ЛПР, во-первых, могут давать разные оценки и делать разный выбор из одинаковых альтернатив, руководствуясь субъективными соображениями (в зависимости от личных качеств: знаний, опыта, предпочтений и предубеждений). Возможность выработки правильного группового решения (хотя возможность коллективной ошибки также исключать нельзя) в данном случае создает понимание всеми ЛПР, что их мышлением управляют общие эвристики (от греч. *heurisko* – «нахожу», в данном случае – совокупности логических приемов и методических правил), которые определяют закономерности отклонения поведения реальных людей от поведения рационального человека. К числу таких эвристик относятся суждения по представительности, по встречаемости, по точке отсчета, а также «сверхдоверие» личному опыту и стремление исключить риск [17].

Во-вторых, «природа играет честно» [24], тогда как ЛПР в рамках игры по фон Нейману отнюдь не обязаны придерживаться каких-либо правил, если они противоречат их интересам [19; 20]. Информационная компонента управляемого хаоса допускает намеренную дезинформацию – не только противника, но и широкой общественности; экономическая составляющая – приемы недобросовестной конкуренции, санкции и шантаж; политическая – давление и угрозы, откровенно фальшивые заверения, клятвы и обещания.

Наконец, в-третьих, что самое главное, состав и структуру управляемой СС субъективная ТВ рассматривает как результат совместных устремлений ЛПР помимо того, имеется она в природе или нет, утверждая, что если сегодня такой СС нет, и существует она только в виртуальной среде, то завтра есть шанс ее реализовать, причем такой, какой ЛПР захотят ее увидеть.

Поэтому при управлении хаосом в нерефлекторной СС фракталы и холоны можно трансформировать, аттракторы – форматировать и переформатировать, акторов – заменять по воле ЛПР, если это допускает ОМС, сформированная на основе субъективных эвристик. Значимость этого для практики переоценить трудно, поскольку затем на первый план выходят хорошо развитые сегодня компьютерные средства разработки и анализа эффективности сценариев с применением современных ИТ. В частности, еще одну область применения находит метод СИМ, изначально предназначенный, по мнению Н.Н. Моисеева, для решения подобного рода оптимизационных задач [4; 8].

### **Вероятностные модели формирования аттрактора**

Рассмотрим конкретный пример, связанный с образованием точечного аттрактора (лидера-актора) внутри фрактала (холона) в составе нерефлекторной СС. Пусть возможное положение аттрактора в  $n$ -мерном пространстве состояний СС характеризуют области распределения факторов  $x[x_1; x_2]; y[y_1; y_2]; z[z_1; z_2] \dots$ , точку нужного для ЛПР расположения аттрактора – координаты  $x_0; y_0; z_0 \dots$  «Физическим смыслом» этих факторов могут быть общественный рейтинг кандидата в акторы; его финансовая состоятельность; умение «держать удар»; поддержка влиятельных внешних сил и т. п.

В качестве индикатора состояния СС выберем стандартный функционал

$$R_n(t_m) = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2 + \dots}, \quad (9)$$

где  $t_m$  – дискретные отсчеты модельного времени, для которых фиксируется состояние СС: при  $m[1; M]$  последовательность данных состояний характеризует поведение СС.

Качественный анализ выполним для ОМС, соответствующей принципу безразличия, когда ПРВ при  $n$  взаимно независимых и равновероятных в заданных конечных пределах факторах имеет вид (см. также рисунок 3, e):

$$\begin{aligned} W_n(x; y; z; \dots) &= (dx dy dz \dots): \\ &[(x_2 - x_1)(y_2 - y_1)(z_2 - z_1) \dots]. \end{aligned} \quad (10)$$

В случае  $n = 1$  динамика  $W_1(x)$  при успешном формировании аттрактора соответствует переходу от рисунка 3, e к рисунку 3, a. Аналогичным образом при  $n = 2$  динамика  $W_2(x; y)$  соответствует росту ступенчатой пирамидальной «башни» с уменьшающимися по мере увеличения  $m$  по перечными сечениями  $(x_2 - x_1) \times (y_2 - y_1)$ ; а при  $n = 3$  динамика  $W_3(x; y; z)$  – сжатию исходного параллепипеда объемом  $(x_2 - x_1) \times (y_2 - y_1) \times (z_2 - z_1)$  в точку с наивысшей концентрацией ПРВ в ней.

Во всех этих случаях, если конкурентное преимущество кандидата в акторы над соперниками и партнерами будет возрастать, области неопределенности факторов  $x[x_1; x_2]; y[y_1; y_2]; z[z_1; z_2] \dots$  для него будут сужаться, и точечный аттрактор в итоге будет сформирован: холон получит своего лидера-актора. Но, если этого не произойдет, конечному остатку области, в которую погружен индикатор (6), может соответствовать странный аттрактор, и тогда хаос перестанет быть управляемым.

Качественный анализ проведем для случая соответствия ОМС условиям применимости обобщенной ЦПТ ТВ (см. рисунки 3, в–д), когда  $n$ -мерная ПРВ представляет собой

$$\begin{aligned} W_n(x; y; z; \dots) &= \\ &= W_1(x) dx W_1(y) dy W_1(z) dz \dots, \end{aligned} \quad (11)$$

где  $W_1(\cdot)$  – ПРВ распределения, принадлежащего семейству одномерных устойчивых законов. Тогда при  $n = 1$  закон распределения  $R_1(t_m)$  соответствует (1)–(5); а в [18] приведены в аналитическом виде исследованные распределения  $R_2(t_m)$  при  $n = 2$ , включая законы Релея, Райса, Бекмана, Хойта, распределение модуля нормальной случайной величины и четырехпараметрическое распределение, все при  $\gamma = 2$ ; а также  $R_3(t_m)$  при  $n = 3$ , включая закон Максвелла для  $\gamma = 2$ .

Ограничимся здесь наиболее компактной записью ПРВ, которая соответствует двумерной ХФ в полярных координатах, полученной перемножением двух ХФ вида (1): с параметрами

$\alpha_1; b_1; c_1; \gamma_1$  для  $x = \rho \cos \varphi$  и  $U_1 = r \cos \psi$ ; а также с параметрами  $\alpha_2; b_2; c_2; \gamma_2$  для  $y = \rho \sin \varphi$  и  $U_2 = r \sin \psi$ , позволяющей исследовать закон распределения  $R_2(t_m) = \rho$  численным методом:

$$W_1(\rho) = (2\rho / \pi) \int_0^\infty r J_0(r\rho) F(r) dr, \quad (12)$$

где  $J_0(\cdot)$  – функция Бесселя первого рода нулевого порядка; и функция

$$\begin{aligned} F(r) &= \int_0^{\pi/2} \exp(-b_1 r^{\gamma_1} \cos^{\gamma_1} \psi - b_2 r^{\gamma_2} \sin^{\gamma_2} \psi) \times \\ &\times \cos[\alpha_1 r \cos \psi - b_1 c_1 \operatorname{tg}(\pi \gamma_1 / 2) r^{\gamma_1} \cos^{\gamma_1} \psi] \times \\ &\times \cos[\alpha_2 r \sin \psi - b_2 c_2 \operatorname{tg}(\pi \gamma_2 / 2) r^{\gamma_2} \sin^{\gamma_2} \psi] d\psi. \end{aligned} \quad (13)$$

Наиболее мощным и универсальным средством решения рассматриваемой задачи является метод СИМ, который дает возможность исследовать законы распределения индикатора  $R_n(t_m)$  по слаженным гистограммам при любых вариантах реализации модели (12), когда аналитические и численные методы приемлемого решения не дают [18].

На рисунке 4, a в качестве примера представлены графики гистограмм  $R_n(t_m)$  для устойчивой модели (1)–(5) при  $n = 1 \dots 7$  и  $\gamma = 1$ , на рисунке 4, б – то же и  $\gamma = 0,5$ ; номера кривых соответствуют значениям  $n$ ; число «разыгрываний» по методу Монте-Карло  $10^4$ ; на оси ординат отложены значения вероятности  $P(\Delta \rho_i)$  попадания  $R_n(t_m) = \rho$  в интервалы  $\Delta \rho_i$  с номерами  $i$  [1; 11], указанные на оси абсцисс [25]. Поскольку относительная погрешность тестирования алгоритма СИМ при  $\gamma = 0,5 \dots 2,5$  не превышала  $10^{-2}$ , каких-либо технических (математических, вычислительных, аппаратурных) трудностей для вероятностного моделирования управляемого хаоса при этом не возникает, проблема сводится к определению достоверных исходных данных и правильной интерпретации полученных результатов.

## Заключение

Управляемый хаос как предтеча гибридной войны и цветной революции вызывает сегодня повышенный интерес как у нас в стране, так и за рубежом. Впечатляющие достижения теорий фракталов и холонов могут быть использованы в интересах управления хаотическими процессами в нерефлекторных СС с учетом специфики функционирования последних. Анализ показывает, однако, что в сочетании «управляемый хаос» удаление следует делать на первом слове, поскольку беспорядок, неразбериха и путаница в данном случае отвлекают внимание от сознательного формирования фракталов («спящих ячеек», холо-

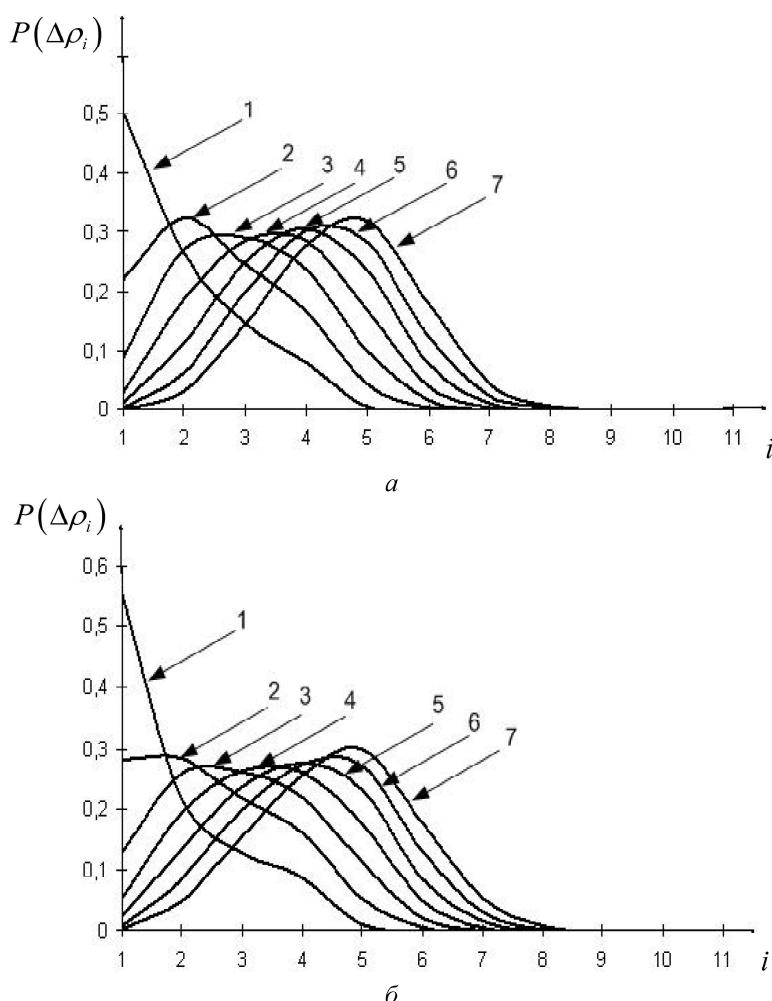


Рисунок 4. Сглаженные гистограммы для вероятностной модели индикатора (9): *a* – при  $\gamma = 1$ ; *б* – при  $\gamma = 0,5$

нов) в нерефлекторных СС и установки точечных атTRACTоров (расстановки акторов, подготовки кадров) внутри них.

Все это больше свойственно кибернетическому подходу ЛПР к управлению хаосом, а не синергетическому [11], поскольку «дьявол, с которым борется ученый, – это дьявол беспорядка» [24]. Управляемый хаос реализует преимущественно внутренние угрозы безопасности нерефлекторной СС, гибридная война – в основном внешние угрозы. Актуальным представляется анализ теории и практики организации революционных взрывов вековой давности, основательно забытых в наше время. Прогнозированию рисков и шансов на достижение поставленных целей, в том числе посредством оценки хаотического состояния СС расчетно-аналитическим и эвристическим путем, способствует применение высокоэффективных современных ИТ.

## Литература

1. Панарин И.Н. Гибридная война против России, 1816–2016. М.: Горячая линия – Телеком, 2016. 221 с.
2. Нейман Дж. фон, Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение / пер. с англ. М.: Наука, 1970. 708 с.
3. Комleva Н.А. Гибридная война: сущность и специфика // Известия Уральского Федерального университета. Серия 3. Общественные науки. 2017. Т. 12. № 3 (167). С. 128–137.
4. Моисеев Н.Н. Элементы теории оптимальных систем. М.: Наука, 1975. 528 с.
5. Основы теории управления в системах специального назначения / Ю.В. Бородакий [и др.]. М.: Изд. УДП РФ, 2008. 400 с.
6. Виттих В.А. Организация сложных систем. Самара: СНЦ РАН, 2010. 66 с.
7. Димов Э.М., Маслов О.Н., Скворцов А.Б. Новые информационные технологии: подготовка кадров и обучение персонала. Ч. 1. Реинжиниринг и управление бизнес-процессами в инфокоммуникациях. М.: ИРИАС, 2006. 386 с.
8. Новые информационные технологии: подготовка кадров и обучение персонала. Ч. 2. Имитационное моделирование и управление бизнес-процессами в инфокоммуникациях /

- Э.М. Димов [и др.]. Самара: СНЦ РАН, 2008. 350 с.
9. Новые информационные технологии: подготовка кадров и обучение персонала. Ч. 3. Интеллектуальные информационные системы и управление бизнес-процессами в инфокоммуникациях / Э.М. Димов [и др.]. Самара: СНЦ РАН, 2017. 440 с.
  10. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы / пер. с англ. М.: Институт компьютерных исследований, 2002. 656 с.
  11. Хакен Г. Синергетика: иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах / пер. с англ. М.: Мир, 1985. 423 с.
  12. Потапов А.А. Фракталы в радиофизике и радиолокации. М.: Логос, 2002. 664 с.
  13. Антипов О.И., Неганов В.А., Потапов А.А. Детерминированный хаос и фракталы в дискретно-нелинейных системах. М.: Радиотехника, 2009. 235 с.
  14. Маслов О.Н. Моделирование неопределенностей // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2014. № 9. С. 79–84.
  15. Гнеденко Б.В., Колмогоров А.Н. Предельные распределения для сумм независимых случайных величин. М.; Л.: Гостехиздат, 1949. 264 с.
  16. Королев В.Ю., Бенинг В.Е., Шоргин С.Я. Математические основы теории риска. М.: Физматлит, 2007. 544 с.
  17. Savage L.J. The Foundations of Statistics. New York: Wiley, 1954. 310 p.
  18. Маслов О.Н. Устойчивые распределения и их применение в радиотехнике. М.: Радио и связь, 1994. 152 с.
  19. Ярочкин В.И., Бузанова Я.В. Корпоративная разведка. 2-е изд. М.: Ось-89, 2005. 304 с.
  20. Маслов О.Н. Безопасность корпорации: моделирование и прогнозирование внутренних угроз методом риска. Самара: ПГУТИ; Аэро-принт, 2013. 170 с.
  21. Димов Э.М., Маслов О.Н., Раков А.С. Управление информационной безопасностью корпорации с применением критериев риска и ожидаемой полезности // Информационные технологии. 2016. Т. 22. № 8. С. 620–627.
  22. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. Кн. 1. М.: Сов. радио, 1969. 752 с.
  23. Шумейкер П. Модель ожидаемой полезности: разновидности, подходы, результаты и пределы возможностей / пер. с англ. // THESIS. 1994. Вып. 5. С. 29–80.
  24. Винер Н. Кибернетика и общество / пер. с англ. М.: Изд-во ИЛ, 1958. 196 с.
  25. Маслов О.Н. Случайные антенны: теория и практика. Самара: ПГУТИ; ОФОРТ, 2013. 480 с.

Получено 02.09.2019

**Маслов Олег Николаевич**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой прикладной информатики Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики. 443010, Российская Федерация, г. Самара, Л. Толстого, 23. Тел. +7 917 950-05-13. E-mail: maslov@psati.ru

## PROBABILISTIC MODELING OF CONTROLLED CHAOS

*Maslov O.N.*

*Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara, Russian Federation*  
*E-mail: maslov@psati.ru*

Chaos from the standpoint of complex systems theory and system analysis is considered as an object corresponding to the area of functioning of non-reflector complex system. The relevance of its study is explained by the entry into the triad «Managed Chaos - Hybrid War - Color Revolution». According to N.N. Moiseev, the sign of non-reflector complex system is the presence of a «human factor» in the form of decision-makers. Non-reflective complex systems are characterized by non-linear dynamics and unstable behavior, effects of self-organization in combination with chaotic phenomena and bifurcations. Uncertainty in the knowledge of decision-makers about the properties of non-reflector complex system significantly complicates their management. For modeling chaotic processes in complex system, it is proposed to use the achievements of the probability theory: the objective probability theory of Laplace-Kolmogorov and the subjective probability theory of Bernoulli-Savage. Correspondence of the chaotic process to axioms of control is discussed.; the ontological model of the situation is presented, formed based on verified and axiological knowledge of the decision-makers about the parameters and characteristics of complex system. The importance of structuring

and formalizing the tasks associated with the study of chaotic processes in specific complex system is shown. The principles of modeling chaos with the use of analytical models of objective probability theory and heuristic models of subjective probability theory are described. The prospects of application of new information technologies for analysis and management of chaotic processes in non-reflector complex systems are noted.

**Keywords:** controlled chaos, analysis and simulation, management theory, non-reflex systems, human factor, uncertainty of knowledge of decision makers, objective and subjective probability theory, fractals and attractors, holons and actors, new information technologies

**DOI:** 10.18469/ikt.2019.17.4.11

**Maslov Oleg Nikolayevich**, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, 23, L. Tolstoy Street, Samara, 443010, Russian Federation; Doctor of Technical Science, Professor, Head of Applied Informatics Department. Tel. +7 846 228-00-36; +7 917 950-05-13. E-mail: maslov@psati.ru

## References

1. Panarin I.N. *Gibridnaya vojna protiv Rossii, 1816–2016* [Hybrid war against Russia, 1816–2016]. Moscow: Goryachaya liniya – Telekom, 2016, 221 p. (In Russian).
2. Neumann John von., Morgenstern O. *Teoriya igr i ekonomicheskoe povedenie* [Game Theory and Economic Behavior]. Moscow: Nauka, 1970, 708 p. (In Russian).
3. Komleva N.A. *Gibridnaya vojna: sushchnost' i specifika* [Hybrid warfare: essence and specificity]. *Izvestiya Ural'skogo Federal'nogo universiteta. Seriya 3. Obshchestvennye nauki* [Bulletin of the Ural Federal University. Series 3. Social Sciences], 2017, vol. 12, no. 3 (167), pp. 128–137. (In Russian).
4. Moiseev N.N. *Elementy teorii optimal'nyh sistem* [Elements of the Theory of Optimal Systems]. Moscow: Nauka, 1975, 528 p. (In Russian).
5. Borodaky Yu.V. et al. *Osnovy teorii upravleniya v sistemah special'nogo naznacheniya* [Fundamentals of Control Theory in Special-Purpose Systems]. Moscow: Izd. UDP RF, 2008, 400 p. (In Russian).
6. Vittih V.A. *Organizaciya slozhnyh system* [Organization of Complex Systems]. Samara: SNC RAN, 2010, 66 p. (In Russian).
7. Dimov E.M., Maslov O.N., Skvorcov A.B. *Novye informacionnye tekhnologii: podgotovka kadrov i obuchenie personala. Ch. 1. Reinzhiniring i upravlenie biznes-processami v infokommunikaciyah* [New information technologies: training and staff training. Part 1. Reengineering and business process management in info-communications]. Moscow: IRIAS, 2006, 386 p. (In Russian).
8. Dimov E.M. et al. *Novye informacionnye tekhnologii: podgotovka kadrov i obuchenie personala. Ch. 2. Imitacionnoe modelirovanie i upravlenie biznes-processami v infokommunikaciyah* [New information technologies: training and staff training. Part 2. Simulation modeling and management of business processes in info-communications]. Samara: SNC RAN, 2008, 350 p. (In Russian).
9. Dimov E.M. et al. *Novye informacionnye tekhnologii: podgotovka kadrov i obuchenie personala. Ch. 3. Intellektual'nye informacionnye sistemy i upravlenie biznes-processami v infokommunikaciyah* [New Information Technologies: Training and Staff Training. Part 3. Intelligent Information Systems and Business Process Management in Info-Communications]. Samara: SNC RAN, 2017, 440 p. (In Russian).
10. Mandel'brot B. *Fraktal'naya geometriya prirody. Per. s angl.* [Fractal Geometry of Nature / trans. from English]. Moscow: Institut komp'yuternyh issledovanij, 2002, 656 p. (In Russian).
11. Haken G. *Sinergetika: ierarhiya neustojchivostej v samoorganizuyushchihysya sistemah. Per. s angl.* [Synergetics: A Hierarchy of Instabilities in Self-Organizing Systems. Trans. from English]. Moscow: Mir, 1985, 423 p. (In Russian).

12. Potapov A.A. *Frakty v radiofizike i radiolokacii* [Fractals in Radiophysics and Radar]. Moscow: Logos, 2002, 664 p. (In Russian).
13. Antipov O.I., Neganov V.A., Potapov A.A. *Determinirovannyj haos i frakty v diskretno-nelinejnyh sistemah* [Deterministic Chaos and Fractals in Discrete Nonlinear Systems]. Moscow: Radiotekhnika, 2009, 235 p. (In Russian).
14. Maslov O.N. Modelirovanie neopredelennostej [The Uncertainties Modelling]. *Nejrokomp'yutery: razrabotka, primenenie* [Journal Neurocomputers], 2014, no. 9, pp. 79–84. (In Russian).
15. Gnedenko B.V., Kolmogorov A.N. *Predel'nye raspredeleniya dlya summ nezavisimyh sluchajnyh velichin* [Limit Distributions for Sums of Independent Random Variables]. Moscow; Leningrad: Gostekhizdat, 1949, 264 p. (In Russian).
16. Korolev V.Yu., Bening V.E., Shorgin S.Ya. *Matematicheskie osnovy teorii riska* [Mathematical Foundations of Risk Theory]. Moscow: Fizmatlit, 2007, 544 p. (In Russian).
17. Savage L.J. *The Foundations of Statistics*. New York: Wiley, 1954, 310 p.
18. Maslov O.N. *Ustoichivye raspredeleniya i ikh primenenie v radiotekhnike* [Stable Distributions and Their Application in Radio Engineering]. Moscow: Radio i svyaz', 1994, 152 p. (In Russian).
19. Yarochkin V.I., Buzanova Ya.V. *Korporativnaya razvedka*. 2-e izd. [Corporate Intelligence. 2nd ed.]. Moscow: Os'-89, 2005, 304 p. (In Russian)
20. Maslov O.N. *Bezopasnost' korporacii: modelirovanie i prognozirovaniye vnutrennih ugroz metodom riska* [Corporate Security: Risk Modeling and Forecasting of Internal Threats]. Samara: PGUTI; Aeroprint, 2013, 170 p. (In Russian).
21. Dimov E.M., Maslov O.N., Rakov A.S. Upravlenie informacionnoj bezopasnost'yu korporacii s primeniem kriteriev riska i ozhidaemoj poleznosti [Corporate information security management using risk and expected utility criteria]. *Informacionnye tekhnologii* [Information Technologies], 2016, vol. 22, no. 8, pp. 620–627. (In Russian).
22. Levin B.R. *Teoreticheskie osnovy statisticheskoy radiotekhniki. Kn. 1* [Theoretical Foundations of Statistical Radio Engineering. Book 1]. Moscow: Sov. radio, 1969, 752 p. (In Russian).
23. Schoemaker P. The expected utility model: its variants, purposes, evidence and limitations. *Journal of Economic Literature*, 1982, no. 2, p. 529–563. [Russ. ed.: Model' ozhidaemoj poleznosti: raznovidnosti, podhody, rezul'taty i predely vozmozhnostej. THESIS, 1994, vol. 5, pp. 29–80.]
24. Viner N. *Kibernetika i obshchestvo. Per. s angl.* [Cybernetics and Society. Trans. from English]. Moscow: Izd-vo IL, 1958, 196 p. (In Russian).
25. Maslov O.N. *Sluchajnye antenny: teoriya i praktika* [Random antennas: theory and practice]. Samara: PGUTI-OFORT Publ., 2013, 480 p. (In Russian).

Received 02.09.2019

УДК 81.33

## ИНОЯЗЫЧНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ РЕКЛАМНОГО ТЕКСТА

Абрамов В.Е., Григораш И.Ю.

Поволжский государственный университет коммуникаций и информатики, Самара, РФ  
E-mail: dobtronraw@rambler.ru

Статья посвящена иноязычному воздействию на тексты реклам английских словосочетаний и устойчивых выражений, когда тексты не являются английскими. Авторы обсуждают тему о рекламных слоганах, использующих разные формы иноязычных вкраплений, которые служат разным целям с главной задачей усиления воздействия как на целевую, так и на смешанную аудиторию. Большая часть рекламы в международной практике, несомненно, англоязычна. Анализ формальной статистики обсуждаемого вопроса позволяет авторам прийти к выводу, что существуют закономерности формирования, возникновения и распространения англоамериканизмов. Такая тенденция транслируется в языке как норма, что говорит о прямой связи языка и рекламы.

**Ключевые слова:** рекламная деятельность, лингвистические и экстралингвистические факторы, этимология, понятия, термины, иноязычные компоненты