

КОГНИТИВНАЯ ЭКОНОМИКА

COGNITIVE ECONOMY

УДК 338.516.4
ББК 65.011.33
Г 68

Г.В. Горелова,

доктор технических наук, профессор, научный руководитель Института управления в экономических, экологических и социальных системах Инженерно-технологической академии Южного федерального университета, г. Таганрог. Тел.: +7 (928) 168-44-58, e-mail: gorelova-37@mail.ru

А.И. Калиниченко,

аспирант Института управления в экономических, экологических и социальных системах Инженерно-технологической академии Южного федерального университета, г. Таганрог. Тел.: +7 (918) 573-76-46, e-mail: alecsy.k@gmail.com

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНКУРЕНЦИИ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

(Рецензирована)

Аннотация. Рентабельность решений менеджмента компании во многом зависит от их аргументированности и актуальности, что особенно важно в условиях жесткой конкуренции организаций, как на международном, так и на локальном рынках. В статье предложено применить когнитивный подход и разработанный инструментарий когнитивного моделирования сложных систем CMSS к моделированию конкуренции. С помощью этого инструментария можно имитировать поведение и состояние взаимодействующих сложных систем, предусмотреть возможное развитие ситуаций в конкурентной борьбе. Это позволяет заранее разработать, анализировать и обосновать управленческие решения для уменьшения или устранения рисков конкуренции. Описаны основные возможности CMSS: поддержка решений при разработке когнитивной модели, анализ структурных свойств, устойчивости и возможных сценариев развития изучаемой системы. Применение CMSS проиллюстрировано примером разработки когнитивной иерархической модели взаимодействия трех компаний: двух конкурентов и партнера. Показаны разные способы визуализации когнитивной модели. Построены диаграммы импульсных процессов, отражающих возможные сценарии развития системы.

Ключевые слова: сложная система, конкуренция, имитация, когнитивное моделирование, поддержка принятия решений.

G.V. Gorelova,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Scientific Director of the Institute of Management in Economic, Ecological and Social Systems, Engineering and Technological Academy, Southern Federal University, Taganrog. Ph.: +7 (928) 168-44-58, e-mail: gorelova-37@mail.ru

A.I. Kalinichenko,

Post-Graduate Student of the Institute of Management in Economic, Ecological and Social Systems, Engineering and Technological Academy of the Southern Federal University, Taganrog. Ph.: +7 (918) 573-76-46, e-mail: alecsy.k@gmail.com

COMPETITION MODELING USING COGNITIVE MODELING SOFTWARE SYSTEM

Abstract. Decisions profitability of the company's management usually depends on their reasons and relevance, which is especially important in the conditions of tough competition on the international and local markets. The article proposes to use the cognitive approach and the developed software for cognitive modeling of complex systems – CMSS to competition modeling. This software is used to simulate the behavior and states of interacting complex systems, to envisage possible evolution of situations in a competitive struggle. This allows to develop, analyze and justify management decisions in advance to reduce or eliminate the risks of competition. The main features of CMSS are described: support for solutions in the development of the cognitive model, analysis of structural properties, stability and possible scenarios of system evolution. The example of cognitive hierarchical interaction model evolution between three companies (two competitors and a partner) is illustration of CMSS using. The diagrams of impulse processes reflecting possible scenarios of the system development are shown.

Key words: complex system, competition, imitation, cognitive modeling, decision support.

В одном из ранних определений стратегического управления Штайнер (1969) [1] обозначил его как научную дисциплину, которая помогает топ-менеджерам компаний, фирм и др. организаций определять миссию и видение стратегического управления, разрабатывать стратегию, осуществлять ее реализацию, контроль и оценку. Стратегическое управление строится на элементах стратегического взаимодействия, когда результаты действий отдельного агента зависят от действий одного или нескольких других агентов, которые должны действовать в условиях внутренней и внешней конкуренции. Помимо конкуренции между фирмами наблюдается также конкуренция и среди поставщиков, и среди клиентов фирм. Поэтому правильная оценка потенциала той или иной стратегии обеспечения устойчивого конкурентного преимущества на рынке должна быть основана на глубоком понимании конкурентных взаимодействий, на способности топ-менеджеров анализировать и прогнозировать результаты применяемой стратегии. Цели

и средства каждой из конкурирующих сторон определяются стремлением отстоять как можно больше своих интересов, не дать партнеру возможности реализовать только свои интересы. Успех реализации стратегии фирмы зависит, в первую очередь, от принятия обоснованных управленческих решений. В данной работе обоснование управленческих решений предлагается строить по результатам имитационного моделирования возможного поведения агентов, поскольку проведение предварительного эксперимента с реальной системой для обоснования будущих решений нерационально, опасно, невозможно. Как известно, к современному имитационному моделированию, помимо традиционно статистического моделирования, относят: графические диаграммы прямых и обратных причинно-следственных связей (модели системной динамики), потоковые диаграммы, дискретно-событийное моделирование, ситуационное моделирование, агентное моделирование. Последние десятилетия развивается когнитивное моделирование

социально-экономических, экологических, геополитических, социотехнических и других больших систем: когнитивный анализ и управление ситуациями, ИПУ РАН, г. Москва [2-5], когнитивное моделирование сложных систем, ИТА ЮФУ, г. Таганрог [6-14]. С помощью методологии когнитивного моделирования сложных систем возможно исследовать структуру взаимосвязи и взаимодействия сложных систем, анализировать их поведение, оценивать последствия возможных управленческих решений. Целью данной работы являлось проведение исследования проблемы конкуренции в ее постановке с позиций когнитивного моделирования и с использованием возможностей авторской программной системы CMSS (Cognitive Modeling Software System). В отличие от других вариантов когнитивного моделирования в когнитивных науках, когнитивное моделирование сложных систем состоит не только в разработке когнитивной модели, например, в виде концептуальной карты (concept map), или ассоциативной карты (mind map), или когнитивной карты причинно-следственных связей (cognitive map), но в совокупности решаемых системных задач (исследовании структуры системы, ее устойчивости к возмущениям, сценарного моделирования и др.) и в назначении – для исследования социотехнических, экономических, социальных, геополитических и других сложных систем.

Сошлемся на несколько известных положений когнитивного моделирования, которые заложены в основу когнитивного моделирования сложных систем. Как известно [15-18], когнитивная карта – это схема, визуальное отображение субъектом (исследователем, экспертом, лицом, принимающим решение) его представления о системе причинно-следственных связей (отношений, влияний, взаимодействий) между концептами (объектами, сущностями, понятиями, факторами,

взаимодействующими системами и их блоками), составляемая с определенной целью в рамках той или иной предметной области или направлена когнитивной науки. Когнитивная карта – это структура знаний, математически – это знаковый ориентированный граф G . Когнитивная структуризация (cognitive mapping) предметной области – это выявление будущих целевых и нежелательных состояний объекта управления и наиболее существенных (базисных) факторов управления и факторов внешней среды, влияющих на переход объекта в эти состояния, а также установление на качественном/количественном уровне связей между ними, с учетом взаимовлияния факторов друг на друга.

Базируясь на этих общих сведениях, представим $n=1,2,\dots,N$ сложных систем, взаимодействующих в определенной окружающей среде, системой иерархических когнитивных моделей [7, 13, 14]:

$$IGG = \{IG_n, R, A\}, \quad (1)$$

где $IG_N = \langle G_{Nk}, E_{Nk} \rangle$ – иерархическая модель системы;
 N, R – правила изменения структуры когнитивных моделей IGN ;
 A – правила взаимодействия моделей, моделирующие правила взаимодействия систем;
 $G_{Nk} = \langle V_k, E_k \rangle_N$ – когнитивная карта уровня $k = 1, 2, \dots$;
 K системы $N, V_k = \{v_i\}$ – множество вершин (объектов, концептов) когнитивной карты;
 $i = 1, 2, \dots, m, E_k = \{e_{ij}\}$ – множество дуг (отношений) между вершинами;
 $i, j = 1, 2, \dots, m$ – системы могут находиться в отношениях партнерства или конкуренции.

Иерархические когнитивные модели могут быть более сложными и отражать не только факт наличия отношений между объектами моделируемой системы в виде когнитивной карты G , но и функциональные зависимости между ее вершинами.

В этом случае уровень иерархии может быть представлен когнитивной моделью: взвешенным знаковым ориентированным графом (задаются веса дуг); функциональным графом (отношения между вершинами задаются дифференциальными, линейными, стохастическими и другими уравнениями); параметрическим векторным функциональным графом:

$$\Phi_{\Pi} = \langle \langle V, E \rangle, X, F, \theta \rangle, \quad (2)$$

где $G = \langle V, E \rangle$ – когнитивная карта;

X – множество параметров вершин v_i ;

$X = \{X^{(vi)}\}$, $i=1,2,\dots, m$, $X^{(vi)} = \{x^{(vi)}_l\}$, $l=1,2,\dots,L_i$; т.е. каждой вершине v_i ставится в соответствие вектор независимых друг от друга параметров $X^{(vi)}$ (или один параметр $x^{(vi)}_l = x_i$, если $l=1$);

$X:V \rightarrow \theta$, θ – пространство параметров вершин, множество вещественных чисел;

$F = F(X, E) = F(x_i, x_j, e_{ij})$ – функционал преобразования дуг, ставящий в соответствие каждой дуге либо знак («+», «-»), тогда это знаковый орграф (когнитивная карта), либо весовой коэффициент ω_{ij} , тогда это взвешенный знаковый орграф, либо функцию $f(x_i, x_j, e_{ij}) = f_{ij}$, тогда это функциональный граф.

В случае взаимодействия моделей имеем систему:

$$I\Phi\Phi = \{I\Phi_{\Pi n}, R, A\}, \quad I\Phi_n = \{\Phi_{\Pi n}\}, \quad (3)$$

где $I\Phi\Phi$ – иерархическая когнитивная модель всей системы;

$I\Phi_{\Pi n}$ – иерархическая модель отдельной системы N в виде (2).

Динамические иерархические когнитивные модели [7] – когнитивные карты с перестраиваемой структурой, могут применяться в зависимости от результатов предварительных исследований, состояний игроков и состояния рынка, предусматривая возможность изменения во времени всех составляющих модели: число, характер, параметры вершин и дуг, функционалы преобразования дуг, весовые коэффициенты и др.

Программная система CMSS позволяет не только разработать когнитивную модель системы, но и автоматически провести исследование сложности, связности, устойчивости, чувствительности, сценарный анализ и др., что является необходимыми этапами когнитивного моделирования сложных систем [5-14].

Провести оценку качества когнитивной модели сложной системы, определить ее предельные возможности в условиях изменяющегося окружения возможно с помощью структурного анализа сложности, связности, структурной устойчивости сложной системы [6, 7, 17], а задачу научного предвидения развития ситуаций в моделируемой системе [7], одну из важнейших задач, позволяет сделать сценарный анализ [4, 17]. Под влиянием различных внутренних и внешних возмущений значения переменных в вершинах графа могут изменяться; сигнал, поступивший в одну или несколько вершин, распространяется по цепочке на остальные, усиливаясь или затухая, порождая импульсный процесс.

Модель импульсного процесса [4, 17] – это кортеж:

$$ИП = \langle G, Q, PR \rangle, \quad (4)$$

где G – когнитивная модель (карта);

$Q = \{q_i(T_n)\}$ – последовательность возмущающих воздействий, направленных в вершины v_i (i – номер вершины, в которую вводится возмущение q_i);

$T_n = \{t_1, \dots, t_n\}$ – интервал воздействия на вершину, здесь n обозначают такты моделирования;

PR – правило изменения параметров.

При $x_i(t)$ определяют процесс распространения возмущения по графу, т.е. переход системы из состояния t_n в t_{n+1} [17]:

$$x_i(n+1) = x_i(n) + \sum_j^{m-1} f(x_i, x_j, e_{ij}) P_j(n) + Q_i(n) \quad (5)$$

где $x(n)$, $x(n+1)$ – величина параметра в вершине v_i при шагах моделирования в момент

$t = n$ и следующим за ним $t = n+1$;
 $P_i(n)$ – изменение в вершине v_i в момент времени t_n ;
 $Q_i(n) = \{q_{in}\}$, $n=0,1, 2, \dots$, – вектор внешних импульсов q_{in} , вносимых в вершины v_i в момент времени t_n .
 Импульсное моделирование развития ситуаций позволяет выявить возможные сценарии развития системы – от пессимистичных до оптимистичных.

В соответствии с имеющимися ресурсами, условиями рынка и на основе результатов анализа различных сценариев формируется стратегия развития компании, которая далее реализуется уполномоченным лицом.

Имитация конкуренции и партнерства. Этап 1. Разработка когнитивной карты. Проиллюстрируем возможности исследования взаимодействия систем с помощью программной системы когнитивного моделирования сложных систем CMSS.

Рассмотрим пример исследования трех двухуровневых систем, раскрывая модели систем А и В – конкуренты, А и С – партнеры в интерпретации вершин (объектов) на рис. 1-8.

В процессе обдумывания когнитивной карты при моделировании ее с помощью CMSS имеется

возможность: именовать и кодировать вершину (например, V1. Действия А), изображать дуги (отношения) между вершинами, их знак и вес w_{ij} (например, дуга e_{51} между V5 и V1 имеет знак «+», что изображается сплошной линией, и вес $w_{51}=2$, дуга e_{14} имеет вес $w_{14}=1$ и знак «-», что изображается пунктирной линией) – это первое изображение G1 на рис. 1; в зависимости от веса, дуга может быть разной толщины. Второе изображение на рис. 1 иллюстрирует возможность называть действие (отношение, влияние) между соответствующими вершинами. Например, действия V1 («активные», «рациональные», «не рациональные», «разумные», «эффективные» – выбор наименования осуществляется экспертом в согласовании с целью исследования) стороны А «повышают» готовность системы (V3) к снижению риска (V2). Вершину можно выделять рамкой, акцентируя на ней внимание и указывать её вес («значимость», «важность», «величина параметра»); например, выделенная рамкой вершина V5. ЛПР А содержит еще информацию об относительном весе – «4», при этом кружок этой вершины больше по размеру остальных вершин, относительный вес которых в этом примере задан как «0».

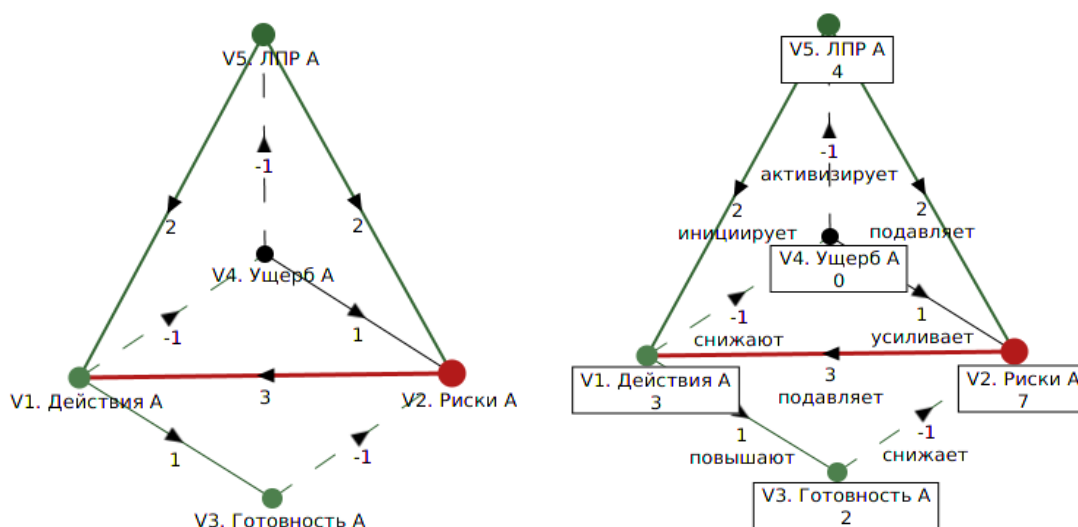


Рис. 1. Возможности представления когнитивной карты G_i «Компания А»

И вершины, и дуги могут быть также раскрашены экспертом в зависимости от сравнительных сопоставлений их смыслов и в соответствии с психологическим восприятием разного цвета. Например, вершина «ЛПР А» раскрашена зеленым цветом, вершина «Риски» – красным. Все описанные возможности помогают эксперту глубже проникать в проблему исследования, варьируя количество вершин и дуг, их наименование, цвет, размер, вес. Этим самым обеспечивается реализация когнитивных возможностей человека, его логического и образного мышления, снижение риска «человеческого фактора» при моделировании сложной системы.

Этап 2. Анализ путей, циклов, устойчивости модели. На рис. 2 приведен пример вычислительного эксперимента по исследованию путей и циклов графа – когнитивной карты G1. Проиллюстрировано выделение путей из вершины V5 в V4, выбран наиболее длинный путь, который для наглядности «подсвечен» малиновым цветом на изображении графа (рис. 2). Определены циклы положительной и отрицательной обратной связи. Возможна подсветка цикла, интересующего эксперта:

бирюзовый для положительных и малиновый для отрицательных. Определение числа отрицательных циклов необходимо для анализа свойств структурной устойчивости системы. Согласно критерию, система структурно устойчива, если число ее отрицательных циклов нечетное. В нашем случае модель G1 структурно не устойчива, т.к. число отрицательных циклов четное, равно 2. Заметим, что для графа с небольшим числом вершин и связей выделение путей и циклов визуально незатруднительно, но при увеличении их числа это становится проблемой, поэтому процесс автоматизирован для поддержки процесса когнитивного анализа.

На рис. 3 изображены результаты расчета собственных чисел (корней характеристического уравнения) матрицы смежности модели G1. Определение корней характеристического уравнения необходимо для анализа устойчивости системы к возмущениям и по начальному значению. В данном случае использован критерий устойчивости $|M| < 1$, $|M|$ – максимальное по модулю собственное число (корень характеристического уравнения матрицы). Поскольку в данном случае

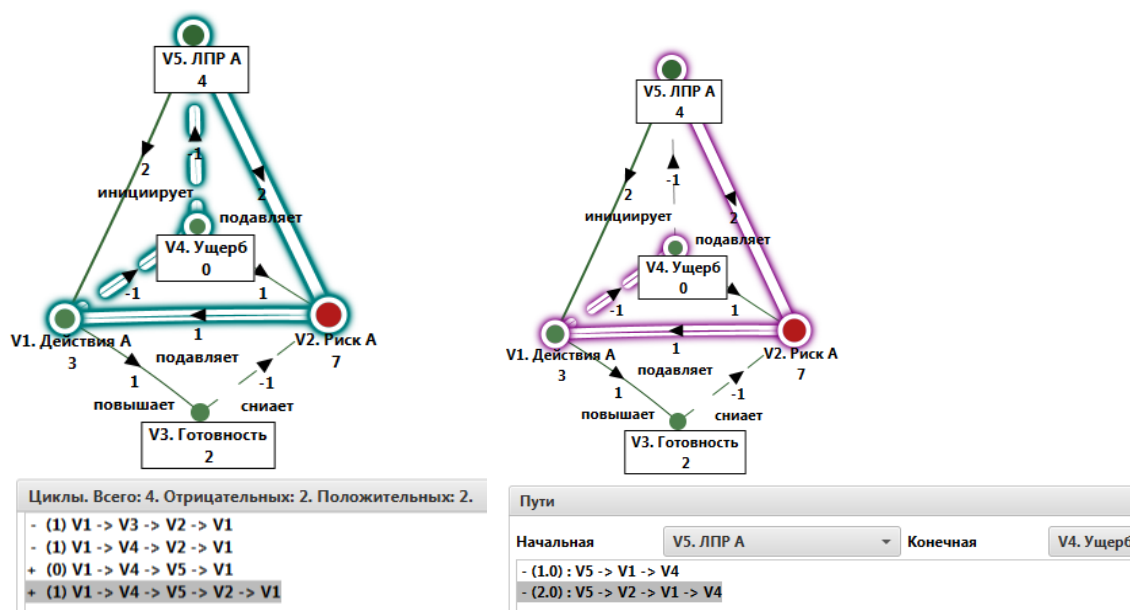


Рис. 2. Пути и циклы модели G1

Собственные числа			
#	Действительная часть	Комплексная часть	Модуль (1,1892)
0	1,1892	0	1,1892
1	0	1,1892	1,1892
2	0	-1,1892	1,1892

Рис. 3. Фрагмент расчета собственных чисел матрицы смежности модели G1

$|M|=1,1892 > 1$, то система G1 не устойчива ни к возмущению, ни по начальному значению.

Этап 3. Сценарный анализ, импульсное моделирование. При реализации вариантов импульсного моделирования (модель 4) возможно внесение импульсов, интерпретируемых в соответствии с задачей как «возмущающие» или «управляющие», в одну и несколько вершин

одновременно, а также на любых шагах моделирования.

На рис. 4 и 5 показан пример – результаты импульсного моделирования по Сценарию № 1: Пусть в системе возрастают риски, возмущающий импульс $q_2=+1$; вектор воздействий $Q_1=\{q_1=0; q_2=+1; q_3=0; q_4=0; q_5=0\}$.

При импульсном моделировании изображение результатов моделирования можно представлять в виде

Шаг	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Вершина															
V1. Действия А	3	3	4	4	4	4	6	6	6	6	10	10	10	10	18
V2. Риск А	7	8	8	8	6	8	8	8	4	8	8	8	0	8	8
V3. Готовность	2	2	2	3	3	3	3	5	5	5	5	9	9	9	9
V4. Ущерб	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-3	-3	-3	-3	-7	-7	-7	-7
V5. ЛПР А	4	4	4	4	5	5	5	5	7	7	7	7	11	11	11

Рис. 4. Сценарий № 1. Расчеты изменения величины импульсов на 14 тактах моделирования

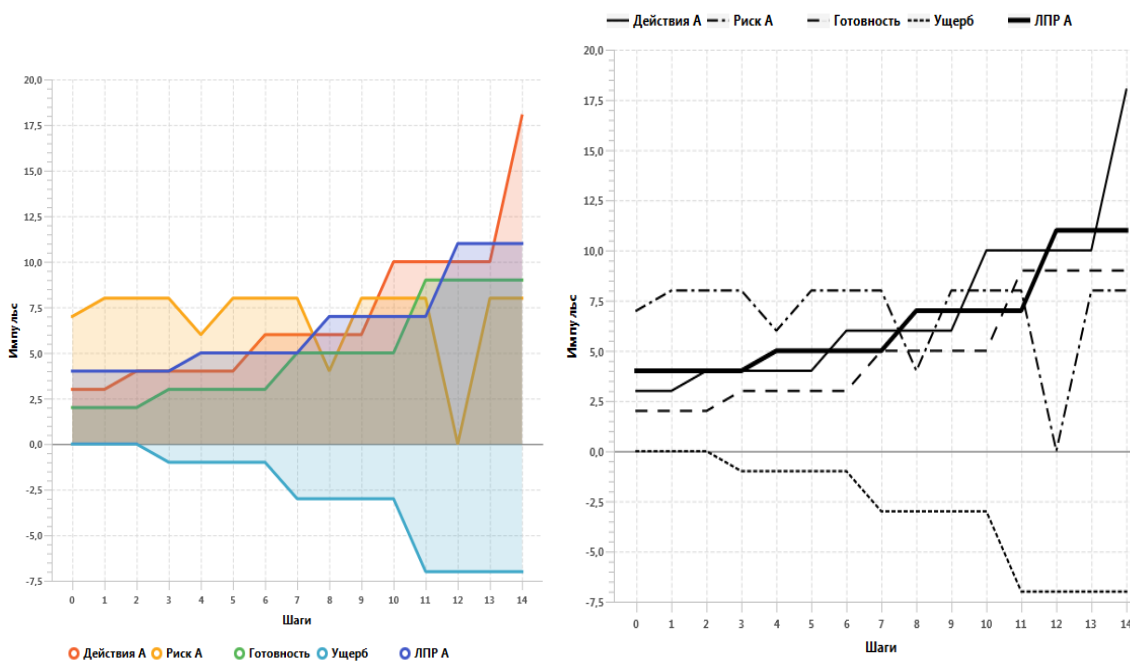


Рис. 5. Сценарий № 1, графики импульсных процессов на G1

графиков раскрашенных областей или линий (рис. 5), а также изменением размеров кружков-вершин графа; в процессе моделирования происходит изменение «веса» вершин. Вся эта визуальная информация может дать дополнительную подсказку исследователю при интерпретации и использовании результатов.

Как видно из рис. 5, сценарий № 1 можно считать достаточно реалистичным в нижеследующем смысле: при возрастании рисков предвидится возрастание усилий ЛПР, активизация его действий, повышение готовности, последовательное снижение рисков и ущерба. Но этот процесс неустойчивый, нарастающий (что и ожидалось по результатам второго этапа когнитивного моделирования), это подтверждается и при дальнейшем увеличении числа шагов моделирования $n = 1, 2, 3...14, 15, 16...$. Все это можно объяснить тем, что в модели нет стабилизирующих контуров обратной связи, которые могут появиться при моделировании всей системы взаимодействующих компаний А, В, С.

Усложним условия исследования. На рис. 6 изображена возможная модель конкуренции компаний А и В в условиях поддержки компании А партнером С. Результаты ее поэтапного исследования приведены на рис. 7.

Анализ устойчивости модели G2 к возмущениям. Как показали расчеты, максимальное по модулю собственное число $|M|=2,01>1$; система G2 не устойчива ни к возмущению, ни по начальному значению. Заметим, что при конкуренции такое неустойчивое состояние проявляется нередко.

Анализ структурной устойчивости модели G2. На рис. 7 приведены данные по исследованию циклов когнитивной карты G2.

Анализируемая система структурно устойчива, т.к. число ее отрицательных циклов нечетное, равное 9.

Сценарный анализ, импульсное моделирование. Проведение сценарного анализа требует предварительной экспертной разработки плана вычислительного эксперимента, определяющего как отдельные вершины, так и их совокупности, в которые будут вноситься возмущающие воздействия – импульсы q различной величины и знака, а также шаги, на которых импульсы предполагается вносить. В качестве примера приведем результаты моделирования простого сценария при внесении возмущения в одну вершину.

Сценарий № 1. Пусть компания В начнет агрессивные действия: возмущающий импульс $q_7=+1$; вектор воздействий $Q_1=\{q_1=0; 0;...; q_7=+1; 0;...; q_{14}=0\}$.

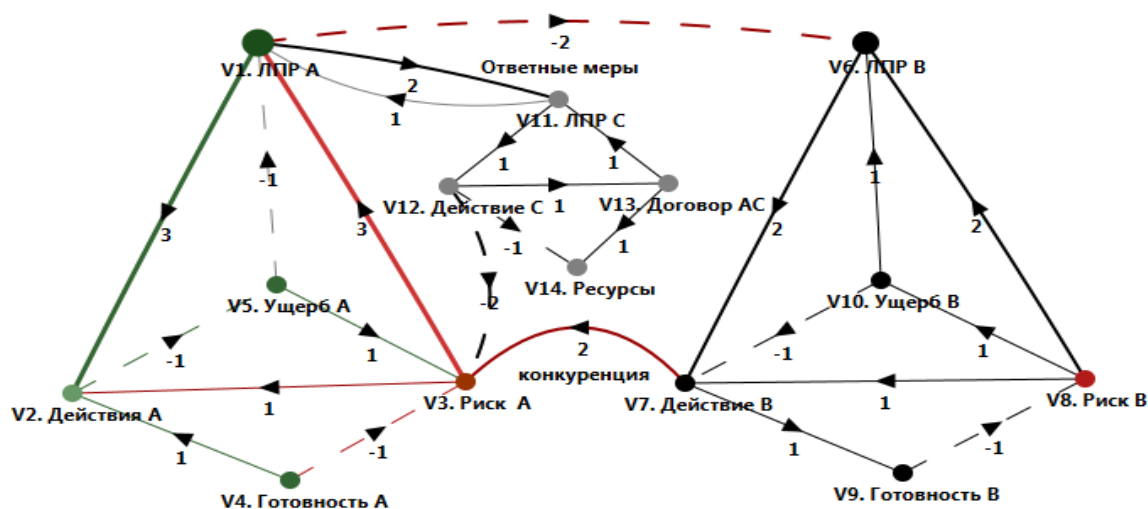


Рис. 6. Когнитивная карта G2. Взаимодействие компаний А, В, С

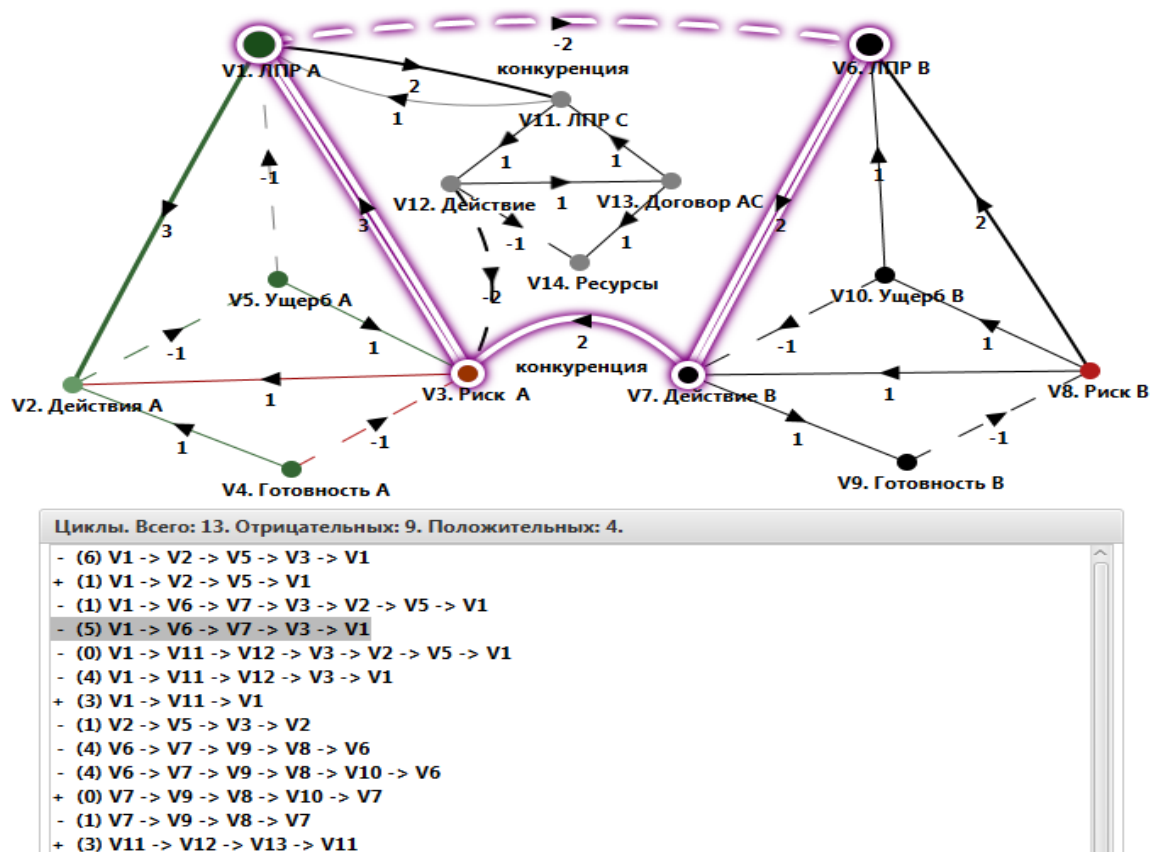


Рис. 7. Циклы модели G2

На рис. 8 приведен пример импульсного процесса по сценарию № 1 для 6 и 7 шагов моделирования (фиксацию число шагов моделирования выбирает эксперт). Как видно по графикам импульсных процессов, начинающихся с позиции «0» по оси абсцисс в результате «Действия В», на первом такте моделирования возрастают «Риски А», которые на втором такте моделирования инициируют «Действия А», в результате чего в дальнейшем начинают снижаться «Риски А», начинает снижаться «Ущерб А» и с третьего такта моделирования «Действия В» начинают подавляться.

В результате выполнения всего плана импульсного моделирования получается набор сценариев, из которых можно выбирать желаемый и принимать решения по его практической реализации.

Приведенный пример исследования абстрактной модели

конкуренции компаний с помощью разработанной программной системы когнитивного моделирования сложных систем CMSS проиллюстрировал не только ряд ее возможностей, но, главное, обозначил те исследовательские задачи, которые должны и могут решаться на когнитивных моделях сложных систем. Это задачи разработки когнитивных моделей разной сложности (первый этап), задачи исследования разных аспектов устойчивости и анализа различных путей достижения желаемых целевых вершин (второй этап), задачи сценарного анализа, дающего предвидение картин развития ситуаций в системе (третий этап), и ряд других [5-14]. Программная система предусматривает также возможность задания отношений между вершинами не только в виде знака и веса, как было продемонстрировано, но и в виде некоторых функций,

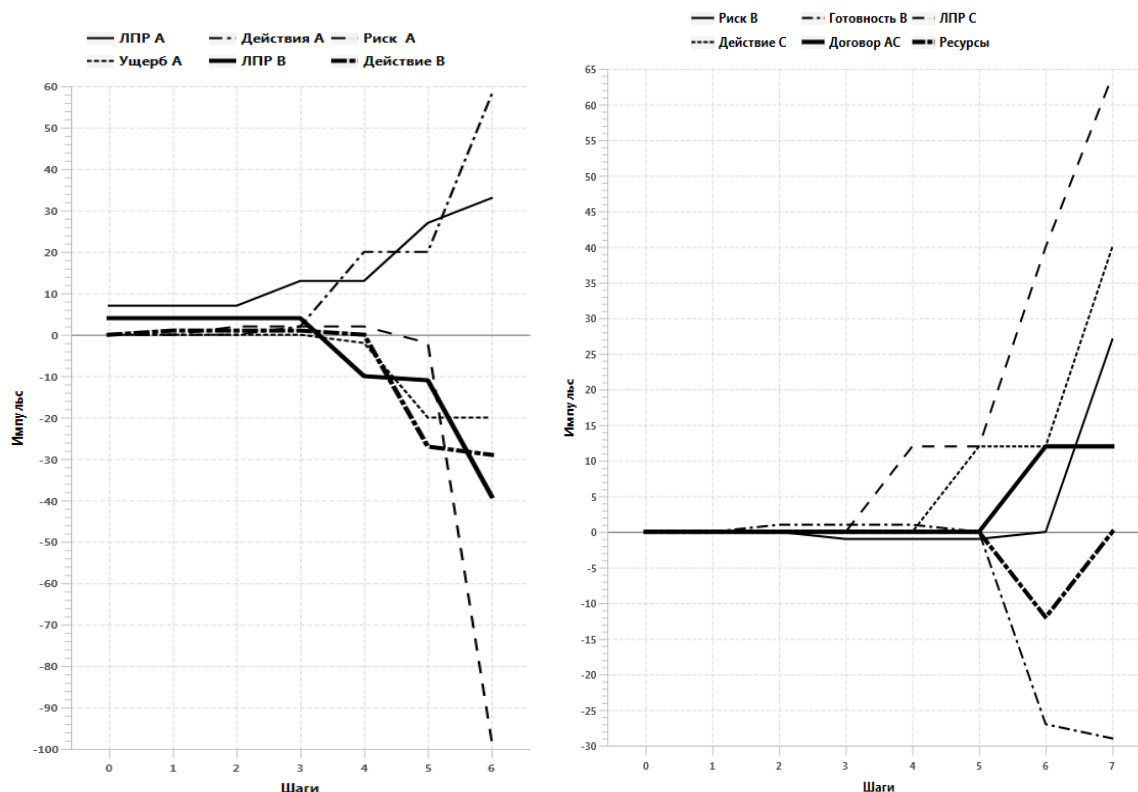


Рис. 8. Сценарий № 1. Графики импульсных процессов компании А, В и С

согласно выражению (2). Все это существенно отличает CMSS от многих современных программных систем когнитивного моделирования, которые в основном предназначены только для разработки когнитивных карт (в когнитивной психологии, в бизнес-планировании и др.), облегчающих пользователю его когнитивный процесс накопления и порождения новых знаний, производимый в определенных интересах.

Когнитивное моделирование сложных систем, обеспеченное соответствующим программным инструментарием, облегчает процесс понимания и описания сложной системы для предвидения возможных вариантов (сценариев) будущего системы, для разработки и обоснования управленческих решений экспертами и ЛПП разного уровня. Проведение предварительного

эксперимента на имитационной модели необходимо, а зачастую единственно возможно и обосновано, по сравнению с экспериментом на реальном объекте. Особенно в ситуациях, рассмотренных в приведенном примере конкуренции и партнерства сторон. Программный инструментарий когнитивного моделирования сложных систем может быть использован не только в исследовательских целях, но и для автоматизированного теоретического обучения непосредственных исполнителей, которые в приведенном примере реализуют, например, соответствующие «Действия А». Добавим, что программные системы когнитивного моделирования могут быть элементом интеллектуальных систем поддержки принятия решений [5, 11, 13] и в сфере когнитивных наук относятся к направлению «Искусственный интеллект».

Примечания:

1. Steiner G.A. Top management planning. New York: Macmillan, 1969.
2. Абрамова Н.А., Авдеева З.К. Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций: проблемы методологии, теории и практики // Проблемы управления. 2008. № 3. С. 85-87.
3. Коврига С.В., Максимов В.И. Когнитивная технология стратегического управления развитием сложных социально-экономических объектов в нестабильной внешней среде // Сб. трудов Междунар. конф. «Когнитивный анализ и управление ситуациями» (CASC'2001). 2001. Т. 1.
4. Кульба В.В., Кононов Д.А., Ковалевский С.С., Косяченко С.А., Нижегородцев Р.М., Чернов И.В. Сценарный анализ динамики поведения социально-экономических систем. М.: ИПУ РАН, 2002. 122 с.
5. Максимов В.И. Когнитивные технологии – от незнания к пониманию // Сб. трудов Междунар. конф. «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций» (CASC'2001). 2001. Т. 1. С. 4-18.
6. Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Радченко С.А. Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем: когнитивный подход. Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2006. 332 с.
7. Инновационное развитие социоэкономических систем на основе методологий предвидения и когнитивного моделирования: Коллективная монография / Под ред. Г.В. Гореловой, Н.Д. Панкратовой. Киев: Изд-во «Наукова Думка», 2015. 464 с.
8. Zakharova E.N., Kerashev A.A., Gorelova G.V., Prokhorova V.V. Cognitive Russian Modeling in the System of Corporate Governance // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. Vol. 6. No. 2. Pp. 295-303.
9. Ginis L.A., Gorelova G.V., Kolodenkova A.E. Cognitive and simulation modeling of development of regional economy system // International Journal of Economics and Financial Issues. 2016. Vol 6. No. 5S. Pp. 97-103.
10. Gorelova G.V., Lyabach N.N., Kuizheva S.K. Application of Cognitive Modeling in the Study of the Interrelations between the Educational system and Society // Espacios. 2017. Vol. 38 No. 65.
11. Klimenko A., Gorelova G., Korobkin V., Bibilo P. The Cognitive Approach to the Coverage-Directed Test Generation // Proceedings of 1st international conference on of the Computational Methods in Systems and Software (CoMeSySo 2017) // Applied Computational Intelligence and Mathematical Methods. 2017. Pp. 372-380.
12. Ginis L.A., Gorelova G.V., Kolodenkova A.E. Cognitive and simulation modeling of Socioeconomic systems // Proceedings of the International Research Conference Information Technologies in Science, Management, Social Sphere and Medicine (ITSMSSM 2017). 2017. Vol. 72. Pp. 50-54.
13. Горелова Г.В., Мельник Э.В. О когнитивном моделировании развития ситуаций в регионе в условиях быстрых изменения среды и противодействия // Известия ЮФУ. Технические науки. 2011. № 3 (116). С. 65-78.
14. Горелова Г.В., Масленникова А.В. Имитационное моделирование на основе когнитивной методологии и системной динамики, анализ системы «Юг России» // Материалы научно-практ. конф. «Системный анализ в экономике». М.: ЦЭМИ РАН, 2012. С. 33-45.
15. Axelrod R. The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites. Princeton. University Press, 1976.
16. Atkin R.H. Combinatorial Connectivities in Social Systems. An Application of Simplicial Complex Structures to the Study of Large Organisations // Interdisciplinary Systems Research. 1997.
17. Casti J. Connectivity, Complexity, and Catastrophe in Large-scale Systems. A Wiley – Interscience Publication International Institute for Applied Systems Analysis. Chichester – New York – Brisbane –Toronto: JOHN WILEY and SONS, 1979.
18. Roberts F. Graph Theory and its Applications to Problems of Society. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 1978.

References:

1. Steiner G.A. Top management planning. New York: Macmillan, 1969.
2. Abramova N.A., Avdeeva Z.K. Cognitive analysis and management of the development of situations: problems of methodology, theory and practice // Problems of management. 2008. No. 3. Pp. 85-87.
3. Kovriga S.V., Maksimov V.I. Cognitive technology of strategic management of the development of complex socio-economic objects in an unstable external environment // Collection of works of the International Conference "Cognitive analysis and situation management" (CASC'2001). 2001. Vol. 1.
4. Kulba V.V., Kononov D.A., Kovalevsky S.S., Kosyachenko S.A., Nizhegorodtsev R.M., Chernov I.V. Scenario analysis of the behavior dynamics of socio-economic systems. Moscow: ICS RAS, 2002. 122 p.
5. Maksimov V.I. Cognitive technologies – from ignorance to understanding // Collection of works of the International Conference "Cognitive analysis and management of the development of situations" (CASC'2001). 2001. Vol. 1. Pp. 4-18.
6. Gorelova G.V., Zakharova E.N., Radchenko S.A. Investigation of semi-structured problems of socio-economic systems: a cognitive approach. Rostov-on-Don: RSU Publishing House, 2006. 332 p.
7. Innovative development of socio-economic systems based on the methodologies of foresight and cognitive modeling: Collective monograph / Ed. G.V. Gorelova, N.D. Pankratova. Kiev: Publishing House "Naukova Dumka", 2015. 464 p.
8. Zakharova E.N., Kerashev A.A., Gorelova G.V., Prokhorova V.V. Cognitive Russian Modeling in the System of Corporate Governmance // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. Vol. 6. No. 2. Pp. 295-303.
9. Ginis L.A., Gorelova G.V., Kolodenkova A.E. Cognitive and simulation modeling of development of regional economy system // International Journal of Economics and Financial Issues. 2016. Vol 6. No. 5S. Pp. 97-103.
10. Gorelova G.V., Lyabach N.N., Kuizheva S.K. Application of Cognitive Modeling in the Study of the Interrelations between the Educational system and Society // Espacios. 2017. Vol. 38 No. 65.
11. Klimenko A., Gorelova G., Korobkin V., Bibilo P. The Cognitive Approach to the Coverage-Directed Test Generation // Proceedings of 1st international conference on of the Computational Methods in Systems and Software (CoMeSySo 2017) // Applied Computational Intelligence and Mathematical Methods. 2017. Pp. 372-380.
12. Ginis L.A., Gorelova G.V., Kolodenkova A.E. Cognitive and simulation modeling of Socioeconomic systems // Proceedings of the International Research Conference Information Technologies in Science, Management, Social Sphere and Medicine (ITSMSSM 2017). 2017. Vol. 72. Pp. 50-54.
13. Gorelova G.V., Melnik E.V. About cognitive simulation of situations in the region in a rapidly changing environment and opposition // Izvestiya SFedU. Engineering Sciences. 2011. No. 3 (116). Pp. 65-78.
14. Gorelova G.V., Maslennikova A.V. Simulation based on cognitive methodology and system dynamics, analysis of the system "South of Russia" // Proceedings of the scientific-practical conference "System analysis in the economy". M.: CEMI RAS, 2012. Pp. 33-45.
15. Axelrod R. The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites. Princeton. University Press, 1976.
16. Atkin R.H. Combinatorial Connectivities in Social Systems. An Application of Simplicial Complex Structures to the Study of Large Organisations // Interdisciplinary Systems Research. 1997.
17. Casti J. Connectivity, Complexity, and Catastrophe in Large-scale Systems. A Wiley – Interscience Publication International Institute for Applied Systems Analysis. Chichester – New York – Brisbane –Toronto: JOHN WILEY and SONS, 1979.
18. Roberts F. Graph Theory and its Applications to Problems of Society. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 1978.