

## Раздел III. Моделирование и проектирование

УДК 004.891.2

А.Н. Целых, Л.А. Целых

### МЕТОДОЛОГИЯ СРАВНИТЕЛЬНОГО КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА НЕЧЕТКИХ ЦЕЛЕВЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ ФАКТОРОВ

*Рассматриваются аналитические процедуры и алгоритмы сравнительного когнитивного моделирования с использованием нечетких треугольных чисел. Аналитический процесс продемонстрирован на примере решения задач проектирования моделей качества корпоративного управления на основе динамического анализа нечетких когнитивных моделей в целях эффективного выявления внутренних репрезентаций моделей (ментальных представлений) и их практического применения. В исследовании разработаны новые когнитивные модели на основе системообразующих императивов корпоративного управления, определены причинно-следственные и взаимные влияния (положительные и отрицательные) факторов-концептов. Формирование когнитивных моделей, пригодных для сравнительного анализа, производится на основе сегментирования факторов-концептов влияния в аспекте их пространственно-временного становления. Проведен анализ наиболее важных узлов и связей между концептами на основе взаимодействия целевых и управляющих факторов влияния. Аналитические процедуры представлены на основе выявления групп императивных факторов, формирующих институциональные поля системы (внутренние и внешние), получении представления о конструкции системы, исследовании движения концептов в процессе эволюционного развития системы, визуализации и интерпретации результатов. На основе математической обработки и графического представления когнитивных моделей проведен совместный анализ последовательных срезов, что позволяет выявлять реальные векторы действия системы. Предложенный новый подход использует визуализированную когнитивную функцию субъекта управления для иллюстрации результатов моделирования. Данный подход для динамического анализа нечетких когнитивных моделей позволяет проследить особенности эволюционного формирования и развития системы на основе анализа движения императивных факторов в разработанных моделях, системно влияющих на объект исследования.*

*Сравнительное когнитивное моделирование; поддержка принятия решений; нечеткие когнитивные карты.*

A.N. Tselykh, L.A. Tselykh

### METHODOLOGY FOR COMPARATIVE COGNITIVE MODELING BASED ON THE ANALYSIS OF FUZZY TARGET AND CONTROL FACTORS

*The article deals with analytical procedures and algorithms in comparative cognitive modeling using fuzzy triangular numbers. The analytical process is demonstrated on the example of solving the problems of designing models of corporate governance based on the dynamic analysis of fuzzy cognitive models in order to effectively identify the internal representations of models (mental representations) and their practical application. In the study cognitive models have been built based on the strategic imperatives of corporate governance, causal and mutual influence (positive and negative) factors-concepts have been identified. The formation of cognitive models that are suitable for comparative analysis is made on the basis of segmentation factors-concepts influence in terms of their spatial and temporal becoming. The analysis of the most important*

*components and relationships between concepts based on the interaction of the target and control factors of influence. Analytical procedures are presented based on the identification of groups of peremptory factors shaping the institutional framework of the system (internal and external), gaining an understanding of system design, the study of the movement of concepts in the evolution process of the system, visualization and interpretation of results. On the basis of mathematical processing and graphical representation of cognitive models analysis of serial sections has been made, which allows to identify the real action vectors of the system. This approach uses visualized cognitive function of the subject of management to illustrate the simulation results. The proposed approach for dynamic analysis of fuzzy cognitive models allows us to trace the evolutionary features of formation and development of the system based on the analysis of the movement of the imperative factors in the developed models systematically influencing the object of study.*

*Comparative cognitive modeling; decision support; fuzzy cognitive maps.*

**Введение.** Необходимость моделирования системы российского корпоративного управления (КУ) обусловлена, с одной стороны, усложнением связей фактора конкурентоспособности, качества КУ в условиях быстроменяющейся внешней среды хозяйствования, с другой стороны, особенностями ментальной модели управления внутренней среды корпорации. Авторами предлагается *новый расширенный подход* когнитивного моделирования с использованием пространственно-временного фактора в развитии сложных систем.

**Описание проблемы.** Целью исследования является разработка аналитических процедур и алгоритмов в сравнительном когнитивном моделировании в интеллектуальных системах, предназначенных для управления бизнесом. В данной работе исследуются аналитические возможности когнитивных моделей КУ в аспекте решения проблемы создания инструментария поддержки процесса принятия решений. Разработка интеллектуальных систем на основе интеграции методов нечеткой логики и когнитивного моделирования может стать адекватным инструментом управления в экономических и социальных системах. Применение методов решения задач с применением нечетких когнитивных моделей предопределено объективными реалиями существования предприятий в условиях неопределенности, нечеткости исходных данных и сложной пространственно-временной обстановки [1].

*Новизна* подхода основывается на междисциплинарном синтезе теории нечетких множеств и когнитивного моделирования при проектировании когнитивных моделей и заключается в разработке новых подходов для динамического анализа нечетких когнитивных моделей в целях эффективного выявления внутренних репрезентаций моделей (ментальных представлений) в их практическом применении.

**Существующие подходы к решению проблемы.** В настоящее время проводится большое количество исследований, касающихся поддержки принятия управленческих и организационных решений. Однако существует некоторый дисбаланс между теоретическими разработками и их практическим применением, в пользу первых. Такое положение дел значительно затрудняет внедрение практических инструментальных средств в реальный управленческий процесс, что в настоящее время делает исследования экспериментального характера востребованными. Одновременно в связи с все возрастающим объемом накапливаемой в организациях информации и опыта наблюдается повышение интереса к методам анализа данных.

С этой точки зрения метод когнитивного моделирования удовлетворяет сразу эти две потребности. С одной стороны, как метод извлечения и анализа данных, с другой стороны, как метод поддержки принятия управленческих решений. В этом случае когнитивное моделирование является инструментом графического и визуального представления целостной картины ситуации, работы некоторой сложной системы с большим количеством элементов, качественно связанных между собой [2–4], с целью осмысления и понимания специфических особенностей работы самой системы и выделения точек приложения воздействий на нее. Кроме этого,

этот метод помогает выявить скрытое знание и отобразить его в понятном формате [5]. Однако следует учитывать, что непрерывно изменяющиеся условия хозяйствования требуют постоянного внимания и переосмысления концептов и связей системы в целях её актуализации [6].

Впервые термин «когнитивные карты» был использован в работах Tolman (1948) в своей статье «Cognitive Maps in Mice and Men» (Когнитивные карты у мышей и людей), как образ пространственного окружения. Но только в 1970-х гг. идеи когнитивного моделирования были применены в социальных и поведенческих науках (Eden, 1988). Большинство ранних исследований с использованием когнитивных карт сосредоточены на решении проблем физических лиц (Kelly, 1955; Ackermann et al, 1990; Cropper et al, 1990; Eden et al, 1993). Применение когнитивных методов для решения управленческих задач началось с конца 90-х гг. (Weick, 1995; Hodgkinson and Wright, 2002; Ackermann and Eden, 2005; Martens et al., 2007; Webber and Manning, 2001; Hoover, 2008; Scheper and Faber, 1994; Eden et al., 1983; S.M. Brown, 1992; Eden, 1992; Langfield-Smith, 1992) [7; 8; 9]. Российские ученые также внесли определенный вклад в развитие когнитологии (Плотинский Ю.М., Трахтенгерц Э.А., Авдеева З.К., Коврига С.В., Макаренко Д.И., Максимов В.И., Качаев С.В., Корноушенко Е.К., Макаренко Д.И., Хрусталева Е.Ю., Кулинич А.А., Горелова Г.В., Райков А.Н., Григорян А.К.). Применение когнитивных моделей вызвало необходимость развития методов математической обработки полученных результатов (нейронные сети (Kosko, B., 1992, J. Aguilar, 2003, Parageorgiou & Salmeron 2012) [9; 10], генетические алгоритмы (Stach, W. et al., 2004–2005) [11; 12], нечеткие и гибридные методы (Abraham & Nath 2001; Bartkiewicz 2000; Chang et al. 2011) [16; 17], алгоритмы Мамдани [8] и т.д.).

Когнитивный подход все более интегрируется в экономику, системы управления предприятиями, разрабатываются компьютерные технологии когнитивного анализа. С этих позиций возникает необходимость рассмотрения системообразующих императивов корпоративного управления через призму когнитивного моделирования и выработки методов поддержки принятия управленческих решений.

**Предлагаемые новые методы решения.** В процессе стратегического процесса планирования когнитивный анализ качества системы корпоративного управления может выступать на самой ранней стадии. Его задача состоит в том, чтобы развить и принять стратегию, приводящую к использованию сочетания внутренних и внешних факторов, а также выбору и обоснованию альтернативных стратегий [13]. При правильном использовании инструментария когнитивного моделирования возможно обеспечение приемлемого обоснования для разработки успешной стратегии.

Проведение когнитивного анализа осуществляется следующими категориями-этапами: процесс; содержание; результат; анализ и интерпретация; использование когнитивной модели [11; 14]. На наш взгляд, процессуальные вопросы при проведении когнитивного анализа заключаются в следующем: (1) формулировка цели построения когнитивной модели; (2) определение факторов-концептов влияния; (3) анализ и отбор концептов; (4) оценка силы взаимосвязи концептов; (5) верификация когнитивных моделей; (6) математическая обработка когнитивных карт; (7) анализ и интерпретация полученных результатов; (8) выработка рекомендаций.

Пусть  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$  – множество факторов-концептов, влияющих на качество корпоративного управления и  $W = \{w_1, w_2, \dots, w_p\}$  – множество причинно-следственных связей, отражающих силу влияния факторов-концептов.

Тогда,  $\Phi_R: E \times E \rightarrow [0, 1]$  есть функция принадлежности нечеткого бинарного соотношения  $R$ . Для всех  $e \in E$  функция  $\Phi_R(e)$  – сила взаимодействия (влияния) факторов-концептов  $x$  между собой при определении степени их совместимости в когнитивной модели.

Отношение  $R$  (матрицу смежности) можно представить в матричной форме:

$$R = \begin{matrix} & e_1 & e_2 & \dots & e_n \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} \Phi_R(e_1, e_1) & \Phi_R(e_1, e_2) & \dots & \Phi_R(e_1, e_n) \\ \Phi_R(e_2, e_1) & \Phi_R(e_2, e_2) & \dots & \Phi_R(e_2, e_n) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Phi_R(e_n, e_1) & \Phi_R(e_n, e_2) & \dots & \Phi_R(e_n, e_n) \end{bmatrix} \end{matrix}.$$

Для перекрытия зон наиболее активного взаимовлияния концептов – зоны реализации управляющего воздействия – используем понятие порога разделимости [14]. В данном случае порог разделения  $l$  ограничен условием:

$$l < \min_{ij} \max_e \min[\mu_{A_i}(e, e_i), \mu_{A_j}(e, e_j)].$$

Таким образом, для выбранного порога  $l$  зона реализации управляющего воздействия  $M_i$  для каждого концепта  $e_n$  определяется нечетким подмножеством уровня  $l$ . Выбирая различные значения для  $l$ , получаем различные зоны реализации управленческих решений. Правило состоит в том, чтобы выбрать наибольшее возможное значение, меньшее  $\max_x \min[\mu_{A_i}(x, z_i), \mu_{A_j}(x, z_j)]$ . То есть, если, порог  $l$  выбран, то зона реализации  $M_i$  описывается уровнем множеством:

$$M_i = \left\{ e \mid \mu_{A_i}(e) \geq \min_{ij} \max_e \min[\mu_{A_i}(e, e_i), \mu_{A_j}(e, e_j)] \right\}$$

для всех  $e \in M_i$ .

Допущение, учитываемое при расчете модели: оценка достоверности получаемых выводов в модели осуществляется с использованием механизма расчета когнитивного консонанса/диссонанса, учитывающего суммарный результат всех связей при условии, что остальные причины малы.

Сущность предлагаемого *нового методологического подхода* для сравнительного когнитивного моделирования заключается в последовательном динамическом анализе нечетких когнитивных моделей исследуемой системы, основанном на её эволюционном развитии [1]. Формирование когнитивных моделей, пригодных для сравнительного анализа, производится на основе сегментирования факторов-концептов влияния в аспекте их пространственно-временного становления.

Аналитический процесс представлен следующими этапами:

1. Анализ влияния концептов на систему.
2. Анализ влияния системы на концепты.
3. Анализ рейтинговой позиции концепта.
4. Анализ концептов по принадлежности к весовому эшелону.

Аналитические процедуры заключаются в выявлении групп императивных факторов, формирующих институциональные поля системы (внутренние и внешние), получении представления о конструкции системы, исследовании движения концептов в процессе эволюционного развития системы, визуализации и интерпретации результатов.

*Формирование когнитивной карты.* В данной методике отправной точкой является обоснование разделимости стратегических альтернатив развития корпоративного управления по совместимости факторов влияния. Этот подход иллюстрируется когнитивной моделью, в которой в качестве факторов, влияющих на принятие стратегического решения о выборе точек роста, формирования и изменения существующей модели корпоративного управления, рассматриваются организационные, социокультурные, социально-психологические и экономические переменные с гетерогенными свойствами [15].

В модели приняты следующие допущения:

- 1) существование рынка;
- 2) произвольное принятие решений о выборе модели;
- 3) в одной модели рассматривается одна целевая реализация (например, построение модели в целях оценки качества корпоративного управления);

- 4) концепты взаимодействуют определённым образом между собой (положительно, отрицательно, не взаимодействуют);
- 5) сила взаимодействия между концептами варьируется по одной шкале.

Необходимо выполнить моделирование оценки качества системы корпоративного управления предприятия с целью выявления её наиболее значимых (отрицательных и положительных) факторов.

В соответствии с алгоритмом моделирования был сформирован список концептов системообразующих императивов корпоративного управления на основе экспертного опроса представителей корпоративного сектора КБР. Выявлено 75 концептов (табл. 1).

Факторы-концепты представлены в следующих группах:

1. Владельцы и топ-менеджмент.
2. Система КУ: стратегии, политика и стандарты КУ; внедрение системы КУ.
3. Корпоративная культура.
4. Внешняя среда: политика и право; экономика; культура.

Таблица 1

**Факторы-концепты**

№	Наименование концептов
<i>Акционеры</i>	
1	Слияние контролирующих акционеров и менеджеров
2	Уровень раскрытия информации о деятельности Совета директоров (заседания, выдвижение кандидатов и т.п.)
3	Уровень информационного взаимодействия со стейкхолдерами: прозрачность отчетности, установление структуры и содержательности отчетности и т.п.
4	Эффективность работы наблюдательного совета; комитетов по контролю за деятельностью директора
5	Уровень определенности компетенций, роли и функций членов Совета директоров
6	Уровень активности и эффективности деятельности Совета директоров (формальность работы Совета директоров)
7	Урегулированность взаимоотношений между крупными и миноритарными акционерами
8	Методика голосования
9	Командные принципы работы Совета директоров
10	Структура капитала (доля иностранного капитала; доля менеджмента)
11	Структура Совета директоров (независимые директора; представители миноритарных акционеров; представители трудового коллектива)
12	Концентрация собственности (доля акций в одних руках: до 50%, более 50%)
13	Концентрация собственности государства (до 16%, более 16%)
14	Система профессиональной подготовки членов совета директоров
15	Подготовки собраний акционеров
16	Независимость членов ревизионной комиссии
17	Активность и эффективность деятельности членов ревизионной комиссии
18	Раскрытие информации о Совете директоров, в т.ч. вознаграждений членов Советов директоров
<i>Топ-менеджмент</i>	
19	Внешний аудит (ведущие компании, конкурсный характер привлечения)
20	Эффективность мониторинга за деятельностью высшего менеджмента
21	Эффективный контракт с членами правления
22	Эффективность системы вознаграждения членов правления и директора: нематериальное стимулирование

<i>Философия, принципы, стратегии КУ</i>	
23	Кадровая корпоративная политика: стандарты профессионального отбора, сертификации и аттестации управляющего менеджера
24	Корпоративная информационная политика, Положения о раскрытии информации
25	Единая научно-техническая политика участников КУ
26	Стратегическое корпоративное планирование развития репутационного капитала
27	Стратегический риск-менеджмент
28	Стратегическое планирование программ социальной ответственности (население, сотрудники, контрагенты)
29	Глобализация: принятие международных норм
<i>Структура КУ</i>	
30	Внедрение международных стандартов бухгалтерской отчетности (US GAAP/IAS)
31	Полнота и достоверность раскрытия информации участников корпоративного производства
32	Доступность информации российским и зарубежным инвесторам
33	Независимый оценщик при сделках с активами
34	Договорные отношения между бизнес-единицами и управляющей компанией
35	Конкурсный подход при выборе контрагентов
36	Внедрение системы стратегического индикативного корпоративного планирования
37	Единая корпоративная система менеджмента качества: увязка со стратегическими корпоративными целями
38	Централизация функций финансового менеджмента (3 степени)
39	Регламент системы КУ (шаблонный вид, не отражена специфика КУ и т.п.)
40	Исполнение Стандартов КУ
41	Отчетность о соблюдении Кодекса КУ
42	Информатизация процессов управления и принятия решений
43	Единые стандарты риск-менеджмента
<i>Корпоративная культура</i>	
44	Командные принципы работы членов правления
45	Поведенческое ограничение ЛПР: готовность к внедрению стандартов КУ
46	Исполнение Кодекса корпоративной этики
47	Внедрение открытой модели культуры труда
48	Прозрачность принятия решений на разных уровнях
49	Демократизм системы управления
50	Моральный климат: уровень конфликтности
51	Инновационность среды, пространства
52	Исполнительская дисциплина участников КУ
53	Исполнение Кодекса корпоративного поведения
54	Среда обучения: механизмы управления корпоративными знаниями
55	Внутренняя конкурентность корпоративной среды
56	Непонимание работниками стратегических задач и целей (механистический бюрократизм)
57	Закрытость корпоративной информации для коллектива
58	Сопrotивление изменениям
<i>Политика</i>	
59	Нестабильность системы прав собственности (продолжающаяся борьба за контроль)
60	Обеспечение прав собственников
61	Нормативно-правовая база защиты прав собственников на государственном уровне: уровень защиты прав собственников (недостаточно развитое, относительно противоречивое)
62	Коррупция и криминальные аспекты
63	Традиции и степень вмешательства государства в экономику

<i>Рынок</i>	
64	Нестабильность макроэкономической ситуации
65	Слабые и неликвидные (малоликвидные) рынки корпоративных ценных бумаг
66	Прозрачность эмитентов и рынка
67	Специфика финансовой системы в целом как механизма трансформации сбережений в инвестиции
68	Уровень корпоративного управления на других предприятиях данной отрасли
69	Глобализация: межкорпоративные соглашения
<i>Культура общества</i>	
70	Низкий уровень исполнения законов
71	Сложившаяся практика деловых отношений в стране
72	Традиции корпоративной этики и культуры
73	Традиционная (исторически сложившаяся) национальная идеология
74	История развития и современные особенности правовой системы и культуры
75	Специфика российского менталитета высшего менеджмента (схемы вывода финансовых средств для личного обогащения, офшоризация, личные предприятия-перепродавцы и т.п.)

При построении нечеткой когнитивной карты использован метод попарного сравнения концептов в целях выявления степени отношений между ними. Значения нечеткой когнитивной матрицы (в данном случае 75x75) и степени отношений определялись экспертно. Выбор значений экспертами производился на основе треугольных нечетких чисел (табл. 2).

Таблица 2

**Значения показателей интенсивности связей между концептами**

Интерпретация интенсивности влияния концепта $e_i$ на $e_j$			Интервал значений
Лингвистическое описание степени влияния	Вектор влияния	Описание интенсивности влияния и связанных с ним треугольных нечетких чисел	
Минимальная	Усиливает	влияет слабо-положительно	[0, 0,2, 0,4]
	Ослабляет	влияет слабо в негативном ключе:	[-0,4, -0,2, 0]
Слабая	Усиливает	влияет слабо-умеренно положительно:	[0,2, 0,4, 0,6]
	Ослабляет	влияет слабо в негативном ключе	[-0,4, -0,2, 0]
Умеренная	Усиливает	влияет умеренно положительно	[0,4, 0,6, 0,8]
	Ослабляет	влияет слабо-умеренно негативно	[-0,6, -0,4, -0,2]
Сильная	Усиливает	влияет умеренно-сильно в положительную сторону	[0,6, 0,8, 1]
	Ослабляет	влияет умеренно-сильно в негативном ключе	[-1, -0,8, -0,6]
Максимальная	Усиливает	влияет сильно в положительную сторону	[0,8, 1, 1]
	Ослабляет	влияет сильно в негативном ключе	[-1, -1, 0]
Отсутствует		не влияет на всех	[-0,2, 0, 0,2]

На следующем этапе строится когнитивная модель, имеющая вид взвешенного ориентированного графа (рис. 1), вершины которого соответствуют факторам множества  $E$ , а дуги, отражающие причинно-следственные связи между факторами, соответствуют множеству  $W$ .

Взвешенный ориентированный граф отражает усредненные (по данным каждого эксперта) связи и значения концептов влияния модели оценки качества корпоративного управления. Когнитивная матрица является матрицей смежности, отражающей причинно-следственные связи и силу влияния факторов (множество  $W$ ), влияющих на качество корпоративного управления в компании [4].



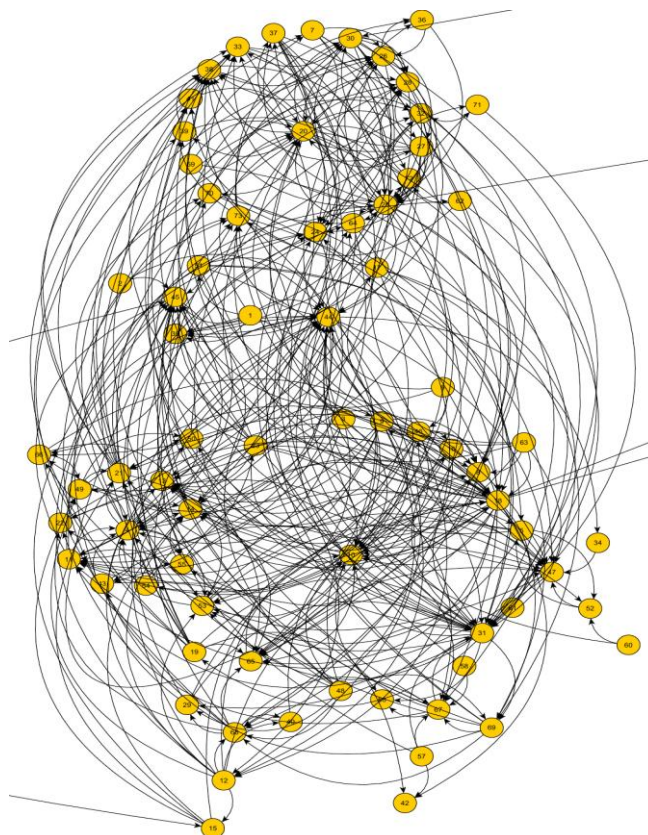


Рис. 1. Нечеткая когнитивная модель качества корпоративного управления  
(выполнено с помощью «yEd Graph Editor»)

**Проведение вычислительного эксперимента и анализ полученных результатов.** Математические расчеты разработанных когнитивных карт были проведены с использованием программного продукта СППР «ИГЛА», разработанного научным коллективом кафедры «Информатики и программного обеспечения» Брянского государственного технического университета под руководством Д.А. Коростелева. Системные показатели когнитивной модели показаны в табл. 3.

*Анализ факторов модели.* Анализ системных показателей когнитивной карты (табл. 3) позволяет выявить концепты, оказывающие наиболее сильное положительное и отрицательное воздействие на систему.

Наиболее сильному влиянию системы подвергаются концепты, непосредственно обеспечивающие эффективность корпоративного управления: исполнительская дисциплина ( $\vec{P}_{65} = 0,26$ ), результативность мониторинга за деятельностью высшего менеджмента ( $\vec{P}_{21} = 0,21$ ), единая корпоративная система менеджмента качества ( $\vec{P}_{25} = 0,21$ ), единая научно-техническая политика ( $\vec{P}_{26} = 0,21$ ). При этом сами эти концепты также оказывают взаимное положительное воздействие, сопоставимое по величине.

На первом месте по уровню положительного влияния на систему оказались факторы, регламентирующие среду корпоративного управления и деятельность Совета директоров. Так, наиболее значимыми факторами явились следующие: корпоративная информационная политика, положения о раскрытии информации



(9); регламент системы КУ (30), состояние раскрытия информации о деятельности Совета директоров, определенности компетенций, роли, функций, профессиональной подготовки их членов, активности и эффективности деятельности Совета директоров (12,15,49,18). При этом влияние системы на концепты 9,12,15 незначительно ( $\vec{P}_9 = 0,02$ ;  $\vec{P}_{12} = 0,06$ ;  $\vec{P}_{15} = 0,08$ ), а концепты 18,30,49 оказались под сопоставимым положительным воздействием системы ( $\vec{P}_{18} = 0,17$ ;  $\vec{P}_{30} = 0,16$ ;  $\vec{P}_{49} = 0,13$ ). Воздействие на данные факторы положительно отразится на всей системе.

Таблица 3

Системные показатели модели

Номер фактора	Воздействие концепта на систему	Воздействие системы на концепт	Показатель централизации воздействия	Номер фактора	Воздействие концепта на систему	Воздействие системы на концепт	Показатель централизации воздействия	Номер фактора	Воздействие концепта на систему	Воздействие системы на концепт	Показатель централизации воздействия
1	-0,1406	0	-0,1406	26	0,1397	0,2099	-0,0702	51	0,1281	-0,008	0,1361
2	-0,1425	0	-0,1425	27	0,2059	0,1209	0,0851	52	0,095	0,0304	0,0646
3	0,1617	0	0,1617	28	0,1135	0,1595	-0,046	53	-0,1268	-0,0863	-0,0406
4	-0,2181	-0,1728	-0,0454	29	0,1283	0,0745	0,0538	54	0,1335	-0,0005	0,134
5	-0,1995	-0,0425	-0,157	30	0,2384	0,1647	0,0737	55	0,1168	0,1424	-0,0256
6	-0,0922	0	-0,0922	31	0,2168	0,1777	0,0391	56	0	0,1351	-0,1351
7	0,1537	0,1341	0,0196	32	0,0641	0,1192	-0,0552	57	-0,0983	0	-0,0983
8	0,1284	0,1596	-0,0312	33	0,0976	0,1872	-0,0896	58	0,0633	0	0,0633
9	0,2804	0,0209	0,2595	34	0,0766	0,0805	-0,0039	59	-0,0733	0	-0,0733
10	0,2002	0,156	0,0442	35	0	0,1355	-0,1355	60	-0,0609	0	-0,0609
11	0,1503	0,1509	-0,0006	36	0,089	0,1682	-0,0792	61	-0,046	0	-0,046
12	0,2621	0,0658	0,1963	37	0,1254	0,1555	-0,0302	62	0,0854	0,112	-0,0265
13	0,1609	0,1343	0,0265	38	0,1113	0,2015	-0,0902	63	0,1663	0	0,1663
14	0,1516	0,1658	-0,0142	39	0,089	0,1397	-0,0507	64	-0,1562	-0,1796	0,0233
15	0,2385	0,0833	0,1552	40	0,1505	0,066	0,0845	65	0,084	0,2557	-0,1717
16	0,2093	0,0708	0,1384	41	0,1056	0,1149	-0,0093	66	0,154	0,1194	0,0346
17	0,174	-0,0009	0,1749	42	0	0,1542	-0,1542	67	0,1238	0,1236	0,0002
18	0,2412	0,1736	0,0676	43	0,2212	0,1342	0,0869	68	0,119	0,1472	-0,0282
19	0,1794	0,056	0,1234	44	0,1599	0,1922	-0,0323	69	0,2102	0,126	0,0841
20	0,2012	0,1751	0,0262	45	0,2014	0,1215	0,0799	70	-0,1093	-0,1521	0,0429
21	0,1532	0,2116	-0,0583	46	-0,2365	-0,0113	-0,2253	71	-0,1672	-0,1432	-0,024
22	0,103	0,1304	-0,0274	47	0,1425	0,1656	-0,0231	72	0,1332	0,1309	0,0023
23	0,1916	0,0663	0,1253	48	-0,2108	0	-0,2108	73	0,1768	0,1601	0,0168
24	0,1502	0,1791	-0,0289	49	0,2247	0,1274	0,0973	74	-0,1401	-0,1079	-0,0323
25	0,2064	0,2125	-0,006	50	0,0993	0,1811	-0,0818	75	-0,0908	-0,0971	0,0063

Структурный анализ полученной модели позволяет найти концепты, обладающие базовой функциональной ролью когнитивной модели, т.е. воздействующие на ситуацию существенным образом.

*Анализ концептов взаимного положительного влияния.* Для исследования системного положительного влияния концептов был проведен срезовой анализ на двух уровнях отсечения: 1 уровень –  $l_1 = 0,9$  и 2 уровень –  $l_2 = 0,8$  совокупности. Совместный анализ последовательных срезов позволяет выявить реальные векторы действия системы. На наш взгляд, анализ отдельных срезов, без учета векторных составляющих модели, может привести к неполным выводам. Данный подход использует визуализированную когнитивную функцию субъекта управления для иллюстрации результатов моделирования.

В результате проведения численного моделирования были получены следующие *новые результаты*:

1. Целевыми («выходными») факторами с положительным воздействием на систему явились концепты 50,65 (на уровне  $l_1$ ) и 31,44 (на уровне  $l_2$ ).

Первые две самостоятельные точки приложения управленческих воздействий (рис. 2), характеризующие основные системообразующие элементы корпоративного управления, образуют следующие концепты:

- ◆ уровень подготовки собраний акционеров (50);
- ◆ структура капитала (доля иностранного капитала и менеджмента) (44).

Другие две точки положительного воздействия системы отражают инструментарий реализации корпоративного управления: уровень исполнения стандартов корпоративного управления (31) и уровень исполнительской дисциплины участников (65).

2. В ходе структурного анализа были выявлены управляющие положительно влияющие факторы когнитивной модели («входные»).

Так, концептами, через которые подаются управляющие воздействия в модель и являющиеся потенциально возможными точками воздействия на ситуацию, явились следующие:

- ◆ уровень сформированности корпоративной информационной политики, положений о раскрытии информации (9);
- ◆ уровень доступности информации российским и зарубежным инвесторам(11);
- ◆ уровень активности и эффективности деятельности Совета директоров (18).

Данные концепты выделены на срезе  $l_1$  и обладают наиболее высокой степенью влияния ( $l_1 = 0,9$ ).

Следовательно, подавая управляющее воздействие именно на эти концепты, можно изменить значения целевых факторов.

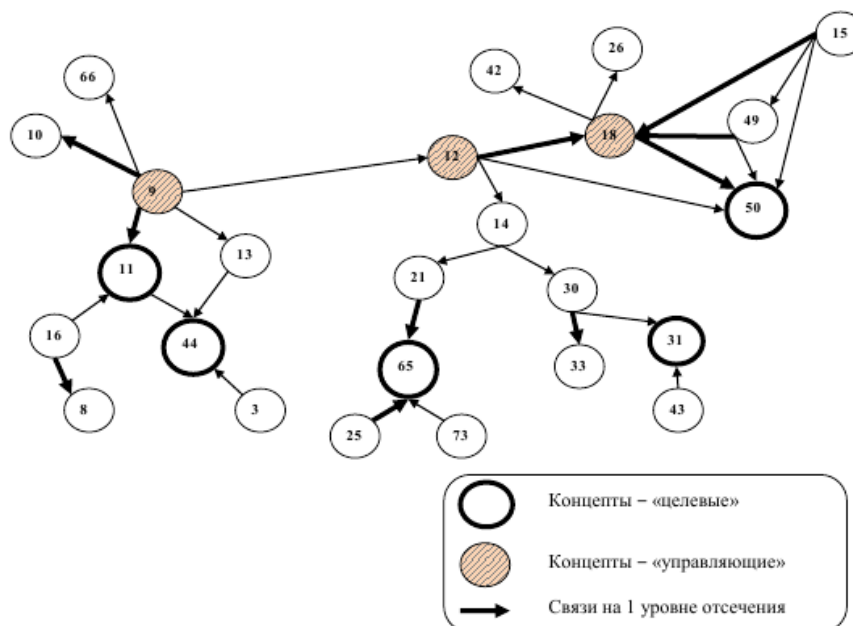


Рис. 2. Укрупненная когнитивная модель взаимного положительного влияния концептов на уровне среза  $l_2 = 0,8$

*Анализ концептов взаимного отрицательного влияния.* Структурный срезовой анализ концептов взаимного отрицательного влияния, также как и положительного, проводился в аспекте поиска векторов воздействий.

Так, анализ отрицательных влияний рассматривался на трех уровнях отсечения: 1 уровень –  $l_3 = 0,8$ , 2 уровень –  $l_4 = 0,7$  и 3 уровень –  $l_5 = 0,6$ . В результате была построена когнитивная модель, показанная на рис. 3.

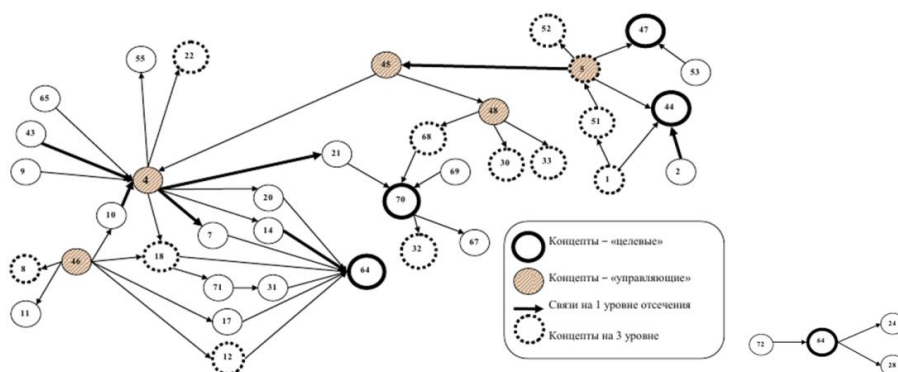


Рис. 3. Укрупненная когнитивная модель взаимного отрицательного влияния концептов на уровне среза  $l_5 = 0,6$

*Сравнение полученных результатов.* В результате анализа полученных срезов были получены следующие оценки:

1. Целевыми («выходными») факторами, отрицательно воздействующие на модель, явились концепты 64 (на уровне  $l_3$ ) и 44,47,70 (на уровне  $l_2$ ).

Первый узел (рис. 3), на который направлено комплексное отрицательное воздействие системы, представлен концептом 64 «Специфика российского менталитета высшего менеджмента», отражающим его отрицательный аспект (использование схем вывода финансовых средств для личного обогащения, оффшоризация, личные предприятия-перепродавцы и т.п.). Характер управленческого воздействия на него направлен на снижение его отрицательного влияния на качество корпоративного управления.

Как показано в модели, концепты 7,12,14,17,20,31 оказывают именно такое влияние. Уровень сформированности кадровой корпоративной политики: стандартов профессионального отбора, сертификации и аттестации управляющего менеджера (7), поведенческое ограничение ЛПР: готовность к внедрению стандартов корпоративного управления (20), эффективность работы наблюдательного совета, комитетов по контролю за деятельностью директора, службы внутреннего контроля и аудита (14), уровень исполнения стандартов корпоративного управления (31), привлечение независимого оценщика при сделках с активами (17), уровень раскрытия информации о деятельности Совета директоров(12) несомненно оказывают снижающее воздействие на концепт 64.

В свою очередь концепт 64 оказывает сильное негативное давление на концепт 24 «Система стратегического индикативного корпоративного планирования» и 28 «Стратегическое корпоративное планирование развития репутационного капитала», являющиеся системообразующими модели корпоративного управления. Таким образом, применение управляющих воздействий, снижающие влияния 64 концепта, является необходимой и первостепенной задачей.

Другой узел, представляющий угрозу системе, отражает уровень конфликтности в коллективе (70). Его отрицательный характер воздействия не вызывает сомнений. Смягчению его воздействия на «Уровень исполнения Кодекса корпоративной этики» (32) и «Уровень исполнения Кодекса корпоративного поведения» (67) способствуют следующие концепты: «Уровень прозрачности принятия решений» (67) и «Эффективность мониторинга за деятельностью высшего менеджмента» (21).

Отрицательной атаке подвергаются такие важные базисные концепты «Структура капитала (доля иностранного капитала; доля менеджмента) (44) и «Обеспечение прав собственника» (47). Поэтому необходимо предпринимать дополнительные управляющие воздействия на смягчение давления на них.

Управляющими факторами когнитивной модели с отрицательным воздействием стали: «Слияние контролирующих акционеров и менеджеров» (4); «Уровень концентрации собственности (46); «Структура Совета директоров (независимые директора; представители миноритарных акционеров; представители трудового коллектива)» (48); «Нестабильность системы прав собственности (продолжающаяся борьба за контроль)» (5).

Из них три (4,46,48) являются внутренними факторами объекта управления и находятся под контролем менеджмента. Воздействие на них представляет системную задачу управления. Действие 5 фактора может быть нивелировано превентивными мерами.

В качестве защиты системы, смягчения отрицательного воздействия факторов 4,5,46,48 выступает фактор 45 – «Структура Совета директоров (независимые директора; представители миноритарных акционеров; представители трудового коллектива), который надо развивать».

Таким образом, оценки, полученные на основе *анализа результатов численного моделирования*, можно сгруппировать следующим образом:

1. Влияние системы на факторы: уровень исполнительской дисциплины участников корпоративного управления (65), эффективность мониторинга за деятельностью высшего менеджмента (21), единая корпоративная система менеджмента качества (25), единая научно-техническая политика (26).

2. Влияние факторов на систему.

2.1. Факторы, регламентирующие среду корпоративного управления: корпоративная информационная политика, положения о раскрытии информации (9); регламент системы КУ (30);

2.2. Факторы, регламентирующие деятельность Совета директоров: уровень раскрытия информации о деятельности Совета директоров (12), уровень определенности компетенций, роли и функций членов Совета директоров (15), уровень профессиональной подготовки членов Совета директоров (49); уровень активности и эффективности деятельности Совета директоров (18).

3. Факторы взаимного положительного влияния.

3.1. Целевые («выходные») факторы с положительным воздействием на систему:

а) основные системообразующие элементы корпоративного управления: уровень подготовки собраний акционеров (50); структура капитала (доля иностранного капитала и менеджмента) (44);

б) инструментарий реализации корпоративного управления: уровень исполнения стандартов корпоративного управления (31); уровень исполнительской дисциплины участников корпоративного управления (65);

3.2. Управляющие («входные») положительно влияющие факторы когнитивной модели: уровень сформированности корпоративной информационной политики, положений о раскрытии информации (9); уровень доступности информации российским и зарубежным инвесторам (11); уровень активности и эффективности деятельности Совета директоров (18).

4. Факторы взаимного отрицательного влияния.

4.1. Целевые («выходные») факторы, отрицательно воздействующие на модель: специфика российского менталитета высшего менеджмента (64); структура капитала (доля иностранного капитала; доля менеджмента) (44); обеспечение прав собственника (47); уровень конфликтности в коллективе (70).

При этом выявляются факторы, снижающие их отрицательное воздействие, а также направления приложения соответствующих воздействий.

4.2. Управляющие («входные») факторы отрицательного воздействия:

1) концентрируют отрицательное воздействие: «Слияние контролирующих акционеров и менеджеров» (4); «Уровень концентрации собственности (доля акций в одних руках: до 50 %, более 50 %)» (46); «Уровень концентрации собственности государства (до 16 %, свыше 16 %)» (48); «Нестабильность системы прав собственности (продолжающаяся борьба за контроль)» (5);

2) противодействуют отрицательному воздействию: «Структура Совета директоров (независимые директора; представители миноритарных акционеров; представители трудового коллектива)» (45).

**Выводы.** Разработанный авторами *новый методологический подход* для сравнительного когнитивного моделирования позволяет проследить особенности эволюционного формирования и развития системы КУ на основе анализа движения императивных факторов в разработанных моделях. Когнитивные методы, являясь научной базой при обосновании выбора корпоративной стратегии на различных уровнях управления, позволяют получать новые оценки сравнительного когнитивного анализа.

Предложенные когнитивно-эволюционные методы формирования оценок качества КУ позволили обосновывать методологический выбор в отношении факторов приложения усилий (императивных факторов) при разработке стратегии развития КУ с учетом выявленных точек сопротивления системы (объективных и субъективных), а также позволили получить более полное представление о конструкции системы (рейтинговая позиция и весовой эшелон факторов-концептов) для достижения определенного уровня формирования и развития КУ.

Таким образом, разработанная методология сравнительного когнитивного моделирования может стать встроенным инструментом в системах поддержки принятия решений в целях тестирования систем управления и выявления приоритетов их развития.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каранашев, А.Х. Целых, Л.А., Карашева, А.Г. Методологические аспекты диагностики инновационного потенциала корпоративной культуры предприятий рекреационной сферы Кабардино-Балкарской Республики: сравнительное когнитивное моделирование // Вестник Адыгейского гос. ун-та. – 2014. – № 3 (122). – С. 256-265.
2. Obiedat M., Samarasinghe S. Fuzzy representation and aggregation of fuzzy cognitive maps // 20th International Congress on Modelling and Simulation, Adelaide, Australia, 1–6 December 2013. – P. 690-694. – Режим доступа: [www.mssanz.org.au/modsim2013](http://www.mssanz.org.au/modsim2013).
3. Arduin P.E. On the Use of Cognitive Maps to Identify Meaning Variance. Lecture Notes // Business Information Processing, Springer-Verlag. – 2014. – No. 180. – P. 73-80. – Режим доступа: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01061008/document>.
4. Jones N.A., Ross H., Lynam T., Perez P., Leitch A. Mental models: an interdisciplinary synthesis of theory and methods // Ecol. Soc. – 2011. – No. 16 (1). – P. 46.
5. Budhwar P.S. Cognitive Mapping as a Tool to Elicit Managerial Cognitions: Methodology Analysed // Vikalpa. – 1996. – Vol. 21, No. 4, October-December. – P. 17-25.
6. Motlagh O., Jamaludin Z., Tang S.H. & Khaksar W. An agile FCM for real-time modeling of dynamic and real-life systems, evolving systems // Special issue on temporal aspects in fuzzy cognitive maps. – 2013. – DOI: 10.1007/s12530-013-9077-6.
7. Eden C. Analyzing cognitive maps to help structure issues or problems // European Journal of Operational Research. – 2004. – No. 159. – P. 673-686.
8. Glykas M. (ed.) Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications. – Springer: Berlin, 2010.
9. Papageorgiou E.I., Salmeron J.L. A Review of Fuzzy Cognitive Map research at the last decade // Fuzzy Systems, IEEE. – 2013. – Vol. 21, Issue 1. – P. 66-79.
10. Motlagh O., Papageorgiou E.I., Tang S.Y. & Jamaludin Z. Multivariate Relationship Modeling using Nested Fuzzy Cognitive Map (Model Hubungan Multivariasi Menggunakan Peta Kognitif Kabur Tersarang) // Sains Malaysiana. – 2014. – No. 43 (11). – P.1781-1790.

11. Hobbs B.F., Ludsins, S.A., Knight, R.L., Ryan, P.A., Biberhofer, J., Ciborowski, J.J.H. Fuzzy cognitive mapping as a tool to define management objectives for complex ecosystems // *Ecol. Appl.* – 2002. – No. 12. – P. 1548-1565.
12. Stach W., Kurgan L., Pedrycz W. A divide and conquer method for learning large Fuzzy Cognitive Maps // *Fuzzy Sets and Systems.* – 2010. – No. 161. – P. 2515-2532.
13. McKay J., Marshall P. Reflecting on the Efficacy of SODA and Cognitive Mapping for Problem Analysis in Information Requirements Determination Judy McKay // *Proceedings of the 5th Annual SIG IS Cognitive Research Exchange Workshop (IS CORE), Las Vegas, Nevada, United States, 11 December 2005.* – Режим доступа: <http://www.ou.edu/is-core/Papers/McKay-Marshall.pdf>.
14. Максимов В.И., Корноушенко Е.К., Качаев С.В. Когнитивный анализ и моделирование сложных ситуаций // *Банковские технологии.* – 2001. – № 7. – С. 21-26.
15. Причина О.С. Системный подход в управлении комплексным развитием региона // *Terra Economicus.* – 2009. – Т. 7. № 3. – С. 1.
16. Taber R. Knowledge processing with fuzzy cognitive maps // *Expert Syst.* – 1991. – Appl 2. – P. 83-87.
17. Целых А.Н. Разработка и исследование моделей принятия решений в интегрированных интеллектуальных системах и их применение для решения экологических задач: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.14, 05.13.16. – Таганрог, 2000.
18. Целых А.Н., Целых Л.А. Функциональная структура системы извлечения знаний экспертных систем, адаптированная для решения прикладных управленческих задач // *Известия ЮФУ. Технические науки.* – 2014. – № 8 (154). – С. 193-201.
19. Целых А.Н., Целых Л.А. Логическая схема представления решаемых задач в информационной системе для управления бизнесом // *Известия ЮФУ. Технические науки.* – 2014. – № 1 (150). – С. 93-99.
20. Целых А.Н., Котов Э.М. Методы нечетко-множественного анализа и моделирования социальных графов // *Современные проблемы науки и образования.* – 2013. – № 6. – С. 98.
21. Целых А.Н., Целых А.А. Позиционный анализ в социальных сетях на основе отношения эквивалентности // *Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки.* – 2011. – Спецвыпуск. – С. 73-76.

## REFERENCES

1. Karanashev, A.Kh. Tselykh, L.A., Karasheva, A.G. Metodologicheskie aspekty diagnostiki innovatsionnogo potentsiala korporativnoy kultury predpriyatiy rekreatsionnoy sfery Kabardino-Balkarskoy Respubliki: sravnitel'noe kognitivnoe modelirovanie [Methodological aspects of diagnosis of innovative potential of the corporate culture of the enterprises of recreational sphere of the Kabardino-Balkarian Republic: a comparative cognitive modeling], *Vestnik Adygeyskogo gos. un-ta* [Bulletin of the Adygeya State University], 2014, No. 3 (122), pp. 256-265.
2. Obiedat M., Samarasinghe S. Fuzzy representation and aggregation of fuzzy cognitive maps, *20th International Congress on Modelling and Simulation, Adelaide, Australia, 1-6 December 2013*, pp. 690-694. Available at: [www.mssanz.org.au/modsim2013](http://www.mssanz.org.au/modsim2013).
3. Arduin P.E. On the Use of Cognitive Maps to Identify Meaning Variance. Lecture Notes, *Business Information Processing, Springer-Verlag*, 2014, No. 180, pp. 73-80. Available at: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01061008/document>.
4. Jones N.A., Ross H., Lynam T., Perez P., Leitch A. Mental models: an interdisciplinary synthesis of theory and methods, *Ecol. Soc.*, 2011, No. 16 (1), pp. 46.
5. Budhwar P.S. Cognitive Mapping as a Tool to Elicit Managerial Cognitions: Methodology Analysed, *Vikalpa*, 1996, Vol. 21, No. 4, October-December, pp. 17-25.
6. Motlagh O., Jamaludin Z., Tang S.H. & Khaksar W. An agile FCM for real-time modeling of dynamic and real-life systems, evolving systems, *Special issue on temporal aspects in fuzzy cognitive maps*, 2013. DOI: 10.1007/s12530-013-9077-6.
7. Eden C. Analyzing cognitive maps to help structure issues or problems, *European Journal of Operational Research*, 2004, No. 159, pp. 673-686.
8. Glykas M. (ed.) *Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications.* Springer: Berlin, 2010.
9. Papageorgiou E.I., Salmeron J.L. A Review of Fuzzy Cognitive Map research at the last decade, *Fuzzy Systems, IEEE*, 2013, Vol. 21, Issue 1, pp. 66-79.

10. *Motlagh O., Papageorgiou E.I., Tang S.Y. & Jamaludin Z.* Multivariate Relationship Modeling using Nested Fuzzy Cognitive Map (Model Hubungan Multivariasi Menggunakan Peta Kognitif Kabur Tersarang), *Sains Malaysiana*, 2014, No. 43 (11), pp. 1781-1790.
11. *Hobbs B.F., Ludsin, S.A., Knight, R.L., Ryan, P.A., Biberhofer, J., Ciborowski, J.J.H.* Fuzzy cognitive mapping as a tool to define management objectives for complex ecosystems, *Ecol. Appl.*, 2002, No. 12, pp. 1548-1565.
12. *Stach W., Kurgan L., Pedrycz W.* A divide and conquer method for learning large Fuzzy Cognitive Maps, *Fuzzy Sets and Systems*, 2010, No. 161, pp. 2515-2532.
13. *McKay J., Marshall P.* Reflecting on the Efficacy of SODA and Cognitive Mapping for Problem Analysis in Information Requirements Determination Judy McKay, *Proceedings of the 5th Annual SIG IS Cognitive Research Exchange Workshop (IS CORE), Las Vegas, Nevada, United States, 11 December 2005*. Available at: <http://www.ou.edu/is-core/Papers/McKay-Marshall.pdf>.
14. *Maksimov V.I., Kornoushenko E.K., Kachaev S.V.* Kognitivnyy analiz i modelirovanie slozhnykh situatsiy [Cognitive analysis and modeling of complex situations], *Bankovskie tekhnologii* [Banking Technology], 2001, No. 7, pp. 21-26.
15. *Prichina O.S.* Sistemnyy podkhod v upravlenii kompleksnym razvitiem regiona [System approach in controlling the complex development of the region], *Terra Economicus*, 2009, Vol. 7, No. 3, pp. 1.
16. *Taber R.* Knowledge processing with fuzzy cognitive maps, *Expert Syst.*, 1991, Appl 2, pp. 83-87.
17. *Tselykh A.N.* Razrabotka i issledovanie modeley prinyatiya resheniy v integrirovannykh intellektual'nykh sistemakh i ikh primeneniye dlya resheniya ekologicheskikh zadach: dis. ... d-ra tekhn. nauk [Development and research of models of decision making in integrated intelligent systems and their applications to solve environmental problems. Dr. of eng. sc. dis.]: 05.13.14, 05.13.16. Taganrog, 2000.
18. *Tselykh A.N., Tselykh L.A.* Funktsional'naya struktura sistemy izvlecheniya znaniy ekspertnykh sistem, adaptirovannaya dlya resheniya prikladnykh upravlencheskikh zadach [Functional structure of the system of knowledge extraction in expert systems adapted for the solution of applied management problems], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2014, No. 8 (154), pp. 193-201.
19. *Tselykh A.N., Tselykh L.A.* Logicheskaya skhema predstavleniya reshaemykh zadach v informatsionnoy sisteme dlya upravleniya biznesom [Logic chart for representing tasks in the information system for business management], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2014, No. 1 (150), pp. 93-99.
20. *Tselykh A.N., Kotov E.M.* Metody nechetko-mnozhestvennogo analiza i modelirovaniya sotsial'nykh grafov [Methods fuzzy-set analysis and modeling of social graphs], *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education], 2013, No. 6, pp. 98.
21. *Tselykh A.N., Tselykh A.A.* Pozitsionnyy analiz v sotsial'nykh setyakh na osnove otnosheniya ekvivalentnosti [Positional analysis of social networks based on relations of equivalence], *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskiy region. Estestvennye nauki* [Izvestiya Vuzov. Severo-Kavkazskii Region. Natural Science], 2011, Special issue, pp. 73-76.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.П. Карелин.

**Цельх Александр Николаевич** – Южный федеральный университет; e-mail: ant@sfedu.ru; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44; тел.: +79185562047; кафедра ИАСБ; д.т.н.; профессор.

**Цельх Лариса Анатольевна** – Таганрогский институт имени А.П. Чехова (филиал) Ростовского государственного экономического университета (РИНХ); e-mail: larisa@tgn.sfedu.ru; 347936, г. Таганрог, ул. Инициативная, 48; тел.: +79897207928; кафедра менеджмента; к.э.н.; доцент.

**Tselykh Alexander Nikolaevich** – Southern Federal University; e-mail: ant@sfedu.ru; 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +79185562047; the department IASB; dr. of eng. sc.; professor.

**Tselykh Larisa Anatolievna** – Chekhov Taganrog Institute (branch) of Rostov State University of Economics; e-mail: larisa@tgn.sfedu.ru; 48, Initsiativnaya, Taganrog, 347936, Russia; phone: +79897207928; the department of management; cand. of ec. sc.; associate professor.