

Бурый А.С., Стреха А.А. Когнитивный анализ в управлении бизнес-процессами [Электронный ресурс] // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования: Научный интернет-журнал. 2015. – №.1 (23). Режим доступа http://iea.gostinfo.ru/files/2015_01/2015_01_04.pdf.

УДК 338.2:681

КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ

Бурый А.С., д.т.н., Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия (ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»)

Стреха А.А., к.э.н., Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия (ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»)

В статье рассматривается задача анализа управления организационными изменениями в бизнесе на основе проведения когнитивного моделирования на базе применения нечетких когнитивных карт, используя идею представления социально-экономических процессов в виде сложных слабоструктурированных систем.

Ключевые слова: нечеткая когнитивная карта, когнитивный анализ, когнитивное моделирование, структурная сложность.

UDC 338.2:681

COGNITIVE ANALYSIS IN THE MANAGEMENT OF BUSINESS PROCESSES

Buryy A.S., doctor of technical sciences, FSUE «STANDARTINFORM»

Strekha A.A., candidate degree of economic sciences, FSUE «STANDARTINFORM»

The article considers the problem of analysis of organizational change management in business on the basis of cognitive modeling on the basis of the application of fuzzy cognitive maps using the idea of socio-economic processes in the form of a complex semi-structured systems.

Keywords: fuzzy cognitive map, cognitive analysis, cognitive modeling, structural complexity.

Большинству предприятий не удастся добиться серьезных результатов путем организационных перестановок и повышения интенсивности труда.

http://iea.gostinfo.ru/files/2015_01/2015_01_04.pdf.

Другой распространенной ошибкой является стремление получить хорошие результаты в одном подразделении, которое, по мнению руководства, снижает темпы развития предприятия. С позиций процессного управления все основные функции, а именно: планирование, организация, контроль, координация и мотивация, рассматриваются как взаимосвязанная система процессов в рамках выполнения целей функционирования предприятия [1].

Одним из рычагов повышения эффективности бизнеса является бизнес-моделирование, т.к. оно позволяет оценить возможные последствия принимаемых управленческих решений до реальных изменений в развитии организации [2]. Достаточно широкое распространение практика бизнес-моделирования получила в виде описания бизнес-процессов. Наиболее популярны модели различных систем и подходов управления качеством, финансами, персоналом, клиентами, целями, сроками, товарными потоками и пр. (CRM, SCM, BSC, TQM, ISO, PMI, BPM, KPI, MBO и т.д.), модели и методы технологического Форсайта [3].

За обеспечение необходимой эффективности (сроков формирования, обоснованности, стоимости и т.д.) принятия управленческих решений отвечают системы поддержки принятия решений (Decision Support Systems – DSS), которые сейчас еще называют BI-системы (Business Intelligence). Общий тренд рынка BI остается положительным. Всего в базе Экспертного центра TAdviser по состоянию на август 2014 года зафиксировано 1553 проекта (из них большая часть реализованы в России, причем больше половины из них – в государственном секторе), в то время как в мае 2013 года количество таких проектов составляло 1178 [4].

В условиях сложности бизнес-процессов, активной реализации на практике процессного подхода, повышения роли бизнес-аналитики в задачах принятия решений руководством предприятий, с одной стороны, и нестабильности состояния рынков (товарных, финансовых и др.), в том числе и из-за действия экономических санкций Запада, с другой, проблема рисков при принятии решений остается актуальной. Важным этапом для формирования

решения является моделирование. Особенно это касается сложных слабоструктурированных ситуаций [5], когда рассматривается множество элементов различной природы (технологии, технологические процессы, персонал, организационные структуры), отношения между которыми носят как качественный, так и количественный характер. Под слабоструктурированной проблемой (*ill-structured problem*) понимается качественная, не полностью поддающаяся детальному количественному анализу проблема, решение которой строится на основе анализа и исследования причин ее возникновения. В экономике, как и в других социальных науках, решаемые проблемы практически всегда относятся к слабоструктурированным проблемам [6]. Основная особенность слабоструктурированных проблем заключается в том, что их концептуальная модель может быть создана только на основании дополнительной информации, которую предоставляет лицо, участвующее в решении проблемы. Универсальным приемом исследования процессов, динамика которых описывается как качественными, так и числовыми показателями, служит применение когнитивных карт (КК). КК, являясь образом внутреннего представления субъекта, позволяет формировать и уточнять гипотезы о состоянии исследуемого объекта, меняя устоявшиеся стереотипы, отображая, зачастую, структуру характерных для него причинно-следственных связей [7].

Главная цель применения когнитивных карт заключается в качественном анализе ситуаций, возникающих в ходе управления, что в большинстве случаев осуществляется путем моделирования исследуемых процессов. Для получения количественных результатов традиционно используется аппарат дифференциальных или разностных уравнений и теории оптимального управления, в игровой постановке – аппарат теории игр, что представлено в таблице 1 [8].

Однако на практике при исследовании сложных экономических процессов, рыночных эффектов, информационных связей, социальных явлений в обществе, связанных с развитием экономики, зачастую невозможно постро-

ить достоверные модели, увязывающие эти разнообразные факторы, базируясь на подходах количественного анализа, представленных в данной таблице.

Таблица 1

Средства анализа динамики ситуации

Цель	Средство	
	Качественный анализ	Количественный анализ
Описание ситуации	Когнитивные карты	Дифференциальные или разностные уравнения
Анализ и управление ситуацией	Имитационное моделирование	Теория оптимального управления
Анализ и взаимодействие субъектов	«Когнитивные игры»	Динамические игры

Когнитивное моделирование, по сути, есть исследование функционирования слабоструктурированных систем и ситуаций на основе построения соответствующих им когнитивных карт. Когнитивный подход к моделированию позволяет учесть ряд когнитивных возможностей лиц, принимающих решение, т.е. это представление ситуации, ее понимание, объяснение, что повышает эффективность управления. Объединяя качественный подход КК с нечеткой логикой, появились нечеткие когнитивные карты (НКК) [9], представляющие собой взвешенные ориентированные графы, учитывающие степень влияния концептов (факторов) друг на друга.

Выбор НКК для моделирования основывается на анализе достоинств и недостатков наиболее известных методов задач выбора решений, представленных в таблице 2. При этом сравнение проводилось по следующим свойствам [10]: С1 – возможность графического отображения; С2 – возможность лингвистического описания; С3 – возможность применения экспертных оценок; С4 – простота машинной реализации; С5 – необходимость большого предварительного статистического анализа; С6 – необходимость использования человека-оператора в процессе функционирования системы; С7 – необ-

ходимость устранения противоречий в процессе функционирования; С8 – необходимость корректировок при нарушении стационарности.

Из данной таблицы видно, что нечеткие когнитивные карты являются наиболее приемлемым подходом для проведения моделирования слабоструктурированных задач.

Таблица 2

Достоинства и недостатки методов выбора

Способы принятия решения	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Байесовский подход	-	-	+	+	+	+	+	+
Метод дерева решений	+	-	+	+	+	-	+	+
Метод анализа иерархий	-	+	+	+	-	-	+	+
Продукционные правила	-	+	+	+	-	-	+	+
Нечеткие когнитивные карты	+	+	+	+	-	-	-	-

Когнитивное моделирование все шире реализуется в социально-экономической сфере [5, 7-11]. Это позволяет получить для руководителя предварительные оценки последствий от проведения на предприятии реструктуризации, реинжиниринга бизнес-процессов, как определенных этапов проводимых изменений в организации. При этом реинжиниринг сопоставляют с процессно-ориентированным управлением (ABM – Activity based Management), с программами управления качеством (TQM – Total Quality Management) [12], доказывая, в ряде случаев, его большую эффективность в исследованиях рыночной конкуренции.

Рассматривая изменения на предприятии только на организационном уровне управления, мы должны понимать, что, помимо организационного, существуют еще и технологический, информационный, коммуникационный и другие уровни, участвующие в комплексе управления изменениями.

Нечеткий граф, описывающий НКК, можно представить в виде [9, 13]:

$$G = \langle V, A, F \rangle, \quad (1)$$

где $V = \{V_1, V_2, \dots, V_n\}$ – множество вершин (концептов, факторов, описывающих состояние объекта исследования) графа; $A \subseteq V \times V$ – множество дуг

(связей между концептами), причем $A = \{a_{ij} \mid a_{ij} \in A; i, j = \overline{1, n}\}$, где n – число вершин; F – множество характеристик связей (дуг), причем положительная связь (+) соответствует усилению концепта - следствия при усилении причинного концепта, отрицательная связь (-) – соответственно, наоборот. В частном случае $F = f(x_i, x_j, a_{ij}) = w_{ij}$ – весовые коэффициенты, $-1 \leq w_{ij} \leq 1$, причем $w_{ij} = 0$, если V_i не зависит от V_j . Каждая из вершин НКК характеризуется множеством параметров $X:V \rightarrow \Theta$, которые составляют пространство параметров вершин Θ .

Формирование различных сценариев развития ситуации на НКК вида (1) моделируется импульсным процессом распространения возмущений, что позволяет оценить тенденции развития ситуации с учетом влияния всех концептов, включенных в состав карты. Модель импульсного процесса MP зададим следующим кортежем:

$$MP = \langle M, G, L \rangle, \quad (2)$$

где M – динамическая когнитивная модель; G – множество возмущающих воздействий, направленных на множество вершин V нечеткой КК; L – правила изменения параметров вершин (программы, алгоритмы, сценарии).

Для дискретного времени параметры вершин изменяются в соответствии с правилом L (в рамках выполнения конкретного сценария) [8, 13]:

$$x_i(t+1) = x_i(t) + \sum_{j \in V} f(x_i, x_j, a_{ij}) P_j(t) + G_i(t), \quad (3)$$

где $x_i(t+1)$ и $x_i(t)$ – значения параметров вершин в соответствующие моменты времени $t = 0, 1, 2, \dots$; $G_i(t)$ – значение внешнего импульса в вершине $i \in V$, приращение (изменение) фактора в вершине j задается в $P_j(t) = x_j(t) - x_j(t-1)$ при заданном начальном значении. Последнее иногда называют еще импульсным воздействием [14] в рамках исследуемого импульсного процесса MP выражения (2). Для решения задачи прогноза развития сценария на основе когнитивной карты определяют величины приращений в последовательные дискретные моменты времени $P(t), P(t+1), \dots, P(t+k)$.

В качестве примера использования когнитивного моделирования рассмотрим процесс управления качеством товаров при запуске на рынок новой продукции. Основные анализируемые концепты представлены на рис. 1.

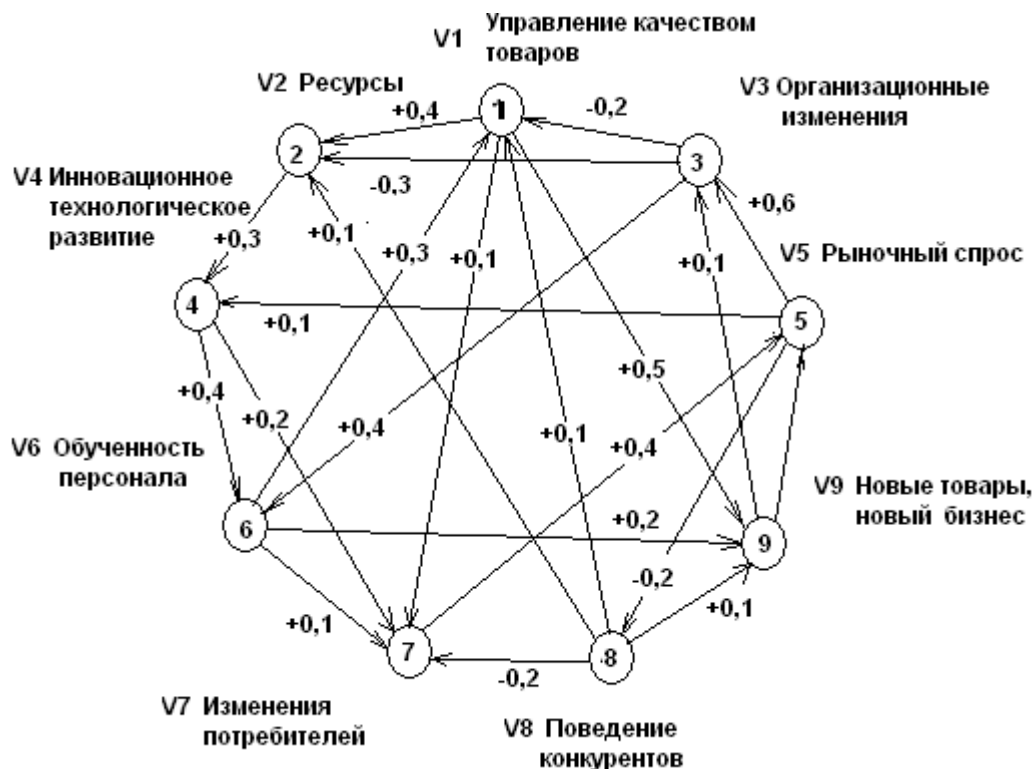


Рис. 1. Когнитивная карта управления качеством при выпуске новой продукции

Обеспечение высокого уровня качества продукции **1** связано с использованием определенных ресурсов **2** (информационных, финансовых и др.), наличие и качество которых в значительной (а в ряде случаев определяющей) мере влияют на инновационные свойства продукции **4**. Требования к инновационному развитию предприятия диктуются рыночным спросом **5** и, в свою очередь, формируют требования к уровню профессиональной подготовки (обученности) персонала **6**, который привлекается к созданию новой продукции. Происходят изменения и во взглядах потребителей **7**, которые понимают достоинства новой продукции, обеспечивая ее рыночный спрос **5**. Поведение конкурентов **8** оказывает существенное влияние на ряд концептов (см. рис. 1)

модели, в том числе и на производство новой продукции или открытие нового направления в бизнесе **9**.

В соответствии с изображенным графом составляется матрица смежности, в которой на пересечении i -ой строки и j -го столбца располагаются весовые коэффициенты w_{ij} , характеризующие степень влияния фактора V_i на фактор V_j (см. таблицу 3).

Таблица 3

Матрица смежности

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
V1	0	0,4	0	0	0	0	0,1	0	0,5
V2	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0
V3	-0,2	-0,3	0	0	0	0,4	0	0	0
V4	0	0	0	0	0	0,4	0,2	0	0
V5	0	0	0,6	0,1	0	0	0,4	-0,2	0
V6	0,3	0	0	0	0	0	0,1	0	0,2
V7	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0
V8	0,1	0,1	0	0	0	0	-0,2	0	0,1
V9	0	0	0,1	0	0,5	0	0	0	0

Для анализа указанной матрицы выбирают те факторы, изменения в нужную сторону значений которых нам необходимо добиться (целевые факторы). Например, это рост качества товаров – фактор V_1 (рис. 1). Затем определяют факторы, которые напрямую или косвенно влияют на выбранный фактор V_1 (управляющие факторы), и намечают программу (сценарий) их изменений за счет подачи возмущений на отдельные вершины графа. Веса дуг задаются экспертным путем либо на основе информационно-аналитической базы предметной области в составе эмпирических данных, теоретических знаний, нормативно-правовых актов и т.п. Например, связь факторов V_5 и V_3 равна +0,6, что означает рост фактора V_3 на 12% при 20% росте фактора рыночного спроса (V_5).

В результате моделирования системы (3) оценивается число шагов, за которое удастся достичь целевого состояния (значения целевого фактора) в результате выполнения программы воздействия на другие концепты НКК.

Данный подход к моделированию бизнес-процессов на предприятии позволяет получить результаты применительно к конкретным условиям состояния (уровню развития рынка, уровню возможностей конкурентов и т.д.). Погружаясь в проблему, вскрываются новые факторы, которые необходимо учитывать, изменяются показатели влияния, что вызывает необходимость в новом моделировании, меняя структуру когнитивной карты. Эффективность управления ситуацией определяется пониманием ее структурных свойств, которые складываются из особенностей причинно-следственных отношений между факторами когнитивной карты. В результате анализа структуры КК исследуются такие системные свойства, как непротиворечивость; согласованность с целями; эффективность интегрального воздействия управляющих факторов на целевые и др.

При этом каждый раз проверяется достоверность НКК, консонанс влияния (степень) концептов на выбор математической модели (в идеале стремится к «1»). Следует иметь в виду, что желание учесть максимальное число факторов приводит к усложнению КК как за счет увеличения числа вершин графа, так и за счет количества связей, что выливается в необходимость оценки структурной сложности [15] динамической системы, реализованной на НКК.

К изучаемым распределенным моделям можно отнести и сети инновационных предприятий, и другие цепи создания ценности [16-19]. Применение предлагаемых моделей позволяет повысить эффективность управления бизнес-процессами [20-22].

Таким образом, посредством когнитивного моделирования можно прогнозировать развитие ситуации на предприятии с учетом динамики значений факторов, включенных в модель (саморазвитие), а на основе заданной программы воздействий (проверка перспективных сценариев), например, оцени-

вать роль инвестиционных программ, рыночного развития и т.д. Актуальна и обратная задача – нахождение управления, обеспечивающего требуемую динамику ситуации (развития сценария), а применяемая линейная интерпретация (3) может быть использована для игровых моделей [8], когнитивные карты которых позволят существенно продвинуться в осмыслении социально-экономических процессов в обществе.

Список использованных источников и литературы:

1. Репин В.Г., Репин В.В. Бизнес-процессы: Регламентация и управление: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 319 с.
2. Реинжиниринг бизнес-процессов: Учебное пособие / Под ред. А.О. Блинова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 343 с.
3. Бурый А.С. Картирование технологий как метод в Форсайт-исследованиях // Транспортное дело России. – 2014. – № 5. – С. 155-157.
4. Business Intelligence (рынок России) / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.tadviser.ru/аналитика>.
5. Авдеева З.К., Коврига С.В., Макаренко Д.И. Когнитивное моделирование для решения задач управления слабоструктуризированными системами (ситуациями) // Управление большими системами. – ИПУ РАН. – 2006. – С. 26-39.
6. Simon H.A. The structure of ill structured problems // Artificial Intelligence. – 1973. – Vol. 4. – P. 181-202.
7. Авдеева З.К., Коврига С.В., Макаренко Д.И., Максимов В.И. Когнитивный подход в управлении // Проблемы управления. – 2007. – № 3. – С. 2-8.
8. Новиков Д.А. «Когнитивные игры»: линейная импульсная модель // Проблемы управления. – 2008. – № 3. – С. 14-22.
9. Kosko B. Fuzzy Cognitive Maps // Intern. Journal of Man-Machine Studies. – 1986. – Vol. 1. – P. 65 – 75.
10. Щербатов И.А. Математические модели сложных слабоформализуемых систем: компонентный подход // Системы. Методы. Технологии. – 2014. – № 2(22). – С. 70-78.
11. Рудакова О.С. Методология реинжиниринга бизнес процессов промышленных организаций: Автореф. дисс. докт. эконом. наук: 08.00.05. – М., 2010. – 45 с.
12. Чаадаев В.К. Особенности реинжиниринга бизнес-процессов как метода проведения изменений // Вестник Челябинского государственного университета. – 2007. – № 10. – С. 149-156.
13. Горелова Г.В., Мельник Э.В. О когнитивном моделировании развития ситуации в регионе в условиях быстрых изменений среды и противодействия // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 3. – С. 65-77.

14. Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. – М.: Наука, 1986. – 496 с.

15. Бурый А.С. Структурная сложность распределенных информационно-управляющих систем // Известия АН СССР. Техническая кибернетика. – 1994. – № 5. – С. 160-167.

16. Дрогобыцкая К.С., Докукин А.В., Ершов А.С. Современные социально-информационные факторы совершенствования цепей создания ценности // Транспортное дело России. – 2013. – № 4.

17. Докукин А.В., Дрогобыцкий А.И. Эволюция организационных структур повышения качества управления инновационными компаниями // Транспортное дело России. – 2011. – № 4.

18. Королев П.П., Ломакин М.И. Современная структура и особенности развития продуктов интеллектуального капитала // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2012. – № 1(5).

19. Ломакин М.И., Стреха П.А. Сравнительный анализ моделей прогнозирования инвестиционной привлекательности НИОКР на современном этапе // Транспортное дело России. – 2013. – № 5.

20. Ломакин М.И., Скальский А.В. Оценка вероятности перехода бизнес-процесса в состояние, не соответствующее его регламенту // Транспортное дело России. – 2011. – № 12.

21. Ломакин М.И. Модель оценки затрат на качество бизнес-процессов в условиях неполных данных // Транспортное дело России. – 2012. – № 6-1.

22. Ломакин М.И. Модель оптимизации затрат на качество бизнес-процессов предприятия // Транспортное дело России. – 2011. – № 6.

© Бурый А.С.

© Стреха А.А.