



Международный журнал информационных технологий и  
энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 519.1

## ПОДХОД К АНАЛИЗУ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ БАНКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЁТКИХ КОГНИТИВНЫХ КАРТ

<sup>1</sup>Балашов О.В., <sup>2</sup>Букачев Д.С.

1. Смоленский филиал АО «Радиозавод», Смоленск, Россия, (214027, г. Смоленск, улица Котовского, дом 2); e-mail: smradio@mail.ru

2. ФГБОУ ВО Смоленский государственный университет, Смоленск, Россия (21400, г. Смоленск, ул. Пржевальского, 4), e-mail: dsbuka@yandex.ru

Статья посвящена вопросам анализа проблемы повышения эффективности работы банка с помощью аппарата нечётких когнитивных карт. С целью построения проблемно-целевой модели эффективности работы банка был уточнен перечень концептов, а также определены значения отношений влияния концептов когнитивной карты друг на друга, при помощи специально разработанной программы выполнены этапы построения и анализа нечёткой когнитивной карты.

Ключевые слова: нечёткая когнитивная карта, концепт, отношение влияния, эффективность.

## APPROACH TO THE ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF THE BANK USING THE FUZZY COGNITIVE MAPS

<sup>1</sup>Balashov O.V., <sup>2</sup>Bukachev D.S.

1. Smolensk branch of joint-stock company "Radio factory", Smolensk, Russia, (214027, Smolensk, street Kotovskogo, the house 2); e-mail: smradio@mail.ru

2. Federal State Educational Institution of Higher Education Smolensk State University, Smolensk, Russia (21400, Smolensk, street Przewalski, 4), e-mail: dsbuka@yandex.ru

The article is devoted to the analysis of the problem of increasing the efficiency of the bank using the apparatus of fuzzy cognitive maps. In order to build a problem-target model of the bank's performance, the list of concepts was refined, and the meanings of the relationship between the concepts of the cognitive map for each other were determined, and the stages of constructing and analyzing the fuzzy cognitive map were performed using a specially developed program.

Key words: fuzzy cognitive map, concept, influence relation, efficiency.

Когнитивные карты предназначены для моделирования и анализа в системах принятия решений [5], в системах управления [3, 6], для моделирования экономических и демографических проблем [2, 7]. Традиционные знаковые когнитивные карты задаются в виде орграфа и представляют моделируемую систему в виде множества концептов,

связанных между собой отношениями влияния [1]. Эти отношения могут быть положительными, отрицательными или нейтральными.

Построим и проанализируем нечёткую когнитивную карту, характеризующую проблему повышения эффективности работы банка от различных показателей его деятельности, которая позволяет:

- уяснить структуру проблемы;
- определить факторы, влияющие на проблему (концепты);
- определить связи и уяснить их характер между выделенными факторами (отношения причинности или взаимовлияния);
- реализовать возможности оценки влияния отдельных концептов на устойчивость системы и определения результатов различных «стратегий» принимаемых решений и оценки их последствий с точки зрения стабильности системы.

С целью построения проблемно-целевой модели эффективности работы коммерческого банка был проведён экспертный опрос, целью которого являлось уточнение перечня концептов, а также были определены значения отношений влияния концептов когнитивной карты друг на друга. Далее были выполнены этапы построения и анализа нечёткой когнитивной карты Силова [4].

**Этап 1.** Задание согласованного списка концептов нечёткой когнитивной карты для расчёта эффективности работы банка. В результате опроса и согласования мнений группы экспертов-специалистов банка был сформирован следующий перечень концептов нечёткой когнитивной карты:

- (К1) – внутренняя организация офисов;
- (К2) – наличие информации об услугах;
- (К3) – наличие веб-сайта;
- (К4) – квалификация персонала;
- (К5) – сезонность банковских продуктов;
- (К6) – сегментация рынка;
- (К7) – качество офисного обслуживания;
- (К8) – удовлетворенность клиентов;
- (К9) – доступность филиалов;
- (К10) – качество обслуживания клиентов;
- (К11) – достижение стратегических целей;
- (К12) – конкурентоспособность;
- (К13) – эффективность работы банка.

**Этап 2.** Определение согласованных отношений причинности между каждой парой концептов карты для расчёта эффективности работы банка. Эти отношения также были получены в результате экспертного опроса и согласования экспертной информации. Отношения причинности между концептами модели показаны на рисунке 1.

**Этап 3.** Определение согласованных значений отношений причинности между каждой парой концептов карты. В результате обработки данных экспертного опроса на основе статистических методов анализа экспертной информации и последующего их согласования получены уточнённые значения отношения причинности (влияния) между каждой парой концептов карты. Результаты работы экспертов показаны на рисунке 2.

Номер концепта	Код концепта	Описание концепта	Оказывают влияние на концепт	Концепт оказывает влияние
1	A	Внутренняя организация офисов	-	G, H, J
2	B	Наличие информации об услугах	-	J
3	C	Наличие веб-сайта	-	G, I, J
4	D	Квалификация персонала	-	G, J, K
5	E	Сезонность банковских продуктов	-	M
6	F	Сегментация рынка	-	K, M
7	G	Качество офисного обслуживания	A, C, D	H, J, M
8	H	Удовлетворенность клиентов	A, G, J	L, M
9	I	Доступность филиалов	C	L, M
10	J	Качество обслуживания клиентов	A, B, C, D, G	H, L
11	K	Достижение стратегических целей	D, F	L, M
12	L	Конкурентоспособность	H, I, J, K	M
13	M	Эффективность работы банка	E, F, G, H, I, K, L	-

Рисунок 1 – Отношения причинности между концептами модели

Концепт	Влияет на	Влияние
Внутренняя организация офисов	Качество офисного обслуживания	0,6
Внутренняя организация офисов	Удовлетворенность клиентов	0,7
Внутренняя организация офисов	Качество обслуживания клиентов	0,7
Наличие информации об услугах	Качество обслуживания клиентов	0,7
Наличие веб-сайта	Качество офисного обслуживания	0,4
Наличие веб-сайта	Доступность филиалов	0,6
Наличие веб-сайта	Качество обслуживания клиентов	0,4
Квалификация персонала	Качество офисного обслуживания	0,7
Квалификация персонала	Качество обслуживания клиентов	0,6
Квалификация персонала	Достижение стратегических целей	0,9
Сезонность банковских продуктов	Эффективность работы банка	-0,4
Сегментация рынка	Достижение стратегических целей	0,8
Сегментация рынка	Эффективность работы банка	0,8
Качество офисного обслуживания	Удовлетворенность клиентов	0,7
Качество офисного обслуживания	Качество обслуживания клиентов	0,7
Качество офисного обслуживания	Эффективность работы банка	0,6
Удовлетворенность клиентов	Конкурентоспособность	0,8
Удовлетворенность клиентов	Эффективность работы банка	0,9
Доступность филиалов	Конкурентоспособность	0,5
Доступность филиалов	Эффективность работы банка	0,5
Качество обслуживания клиентов	Удовлетворенность клиентов	0,7
Качество обслуживания клиентов	Конкурентоспособность	0,7
Достижение стратегических целей	Конкурентоспособность	0,8
Достижение стратегических целей	Эффективность работы банка	0,9
Конкурентоспособность	Эффективность работы банка	0,9

Рисунок 2 – Весовые коэффициенты отношений причинности между концептами

**Этап 4.** Построение нечёткой когнитивной карты. На рисунке 3 показана, нечёткая когнитивная карта, построенная с помощью специально разработанной авторами программы



$$T(x,y) = x y / (1-(1-x)(1-y));$$

$$S(x,y) = 1- (1-x)(1-y) / (1-x y).$$

Таблица 1 – Матрица воздействий концептов модели

Концепт \ Влияет на	Внутренняя организация офисов	Наличие информации об услугах	Наличие веб-сайта	Квалификация персонала	Сезонность банковских продуктов	Сегментация рынка	Качество офисного обслуживания	Удовлетворенность клиентов	Доступность филиалов	Качество обслуживания клиентов	Достижение стратегических целей	Конкурентоспособность	Эффективность работы банка
Внутренняя организация офисов	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Наличие информации об услугах	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Наличие веб-сайта	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Квалификация персонала	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сезонность банковских продуктов	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сегментация рынка	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Качество офисного обслуживания	0,6	0	0,4	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Удовлетворенность клиентов	0,835	0,538	0,594	0,741	0	0	0,778	0	0	0,7	0	0	0
Доступность филиалов	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Качество обслуживания клиентов	0,765	0,7	0,542	0,727	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0
Достижение стратегических целей	0	0	0	0,9	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0
Конкурентоспособность	0,839	0,674	0,733	0,866	0	0,667	0,78	0,8	0,5	0,792	0,8	0	0
Эффективность работы банка	0,901	0,743	0,829	0,927	-0,4	0,894	0,879	0,922	0,655	0,833	0,922	0,9	0

**Этап 6.** Расчет интегральных показателей когнитивной карты. В соответствии с [1] определены интегральные показатели влияния концептов на систему и системы на концепты (таблица 2).

**Этап 7.** Анализ нечёткой когнитивной карты. Основными выводами, полученными на основе проведённого анализа, являются следующие.

Информация в матрице воздействий концептов модели (таблица 1) позволяет определить максимально положительный/отрицательный путь на нечётком ориентированном графе карты и максимальный консонанс/диссонанс между двумя концептами. В частности, на эффективность работы банка в большей степени влияют концепты:

- (К4) – квалификация персонала (0,927);
- (К1) – внутренняя организация офисов (0,901);
- (К6) – сегментация рынка (0,894).

По интегральным показателям из входных концептов наиболее существенное влияние на систему оказывает квалификация персонала (положительное влияние: 0,374).

Из внутренних концептов системы можно выделить концепты, связанные с качеством обслуживания клиентов:

- (К7) – качество офисного обслуживания;

– (К10) – качество обслуживания клиентов.

Они оказывают положительное влияние на систему (0,308 и 0,231 соответственно), причём влияние системы на данные концепты также существенно (положительное влияние: 0,131 и 0,264).

Таблица 2 – Интегральные показатели когнитивной карты

Концепт \ Показатель	Влияние на систему	Консонанс влияния на систему	Влияние системы	Консонанс влияния системы
Внутренняя организация офисов	0,303	0,385	0	0
Наличие информации об услугах	0,204	0,308	0	0
Наличие веб-сайта	0,285	0,462	0	0
Квалификация персонала	0,374	0,462	0	0
Сезонность банковских продуктов	-0,031	0,077	0	0
Сегментация рынка	0,182	0,231	0	0
Качество офисного обслуживания	0,241	0,308	0,131	0,231
Удовлетворенность клиентов	0,132	0,154	0,322	0,462
Доступность филиалов	0,089	0,154	0,046	0,077
Качество обслуживания клиентов	0,179	0,231	0,264	0,385
Достижение стратегических целей	0,132	0,154	0,131	0,154
Конкурентоспособность	0,069	0,077	0,573	0,769
Эффективность работы банка	0	0	0,693	0,923

Анализ нечёткой когнитивной карты можно продолжить, используя матрицы взаимного консонанса, диссонанса, положительного и отрицательного влияния с учетом задания соответствующего множества  $\alpha$ -уровня [1]. Это позволит выделить классы связанных концептов, характеризуемых задаваемым уровнем относительно соответствующего свойства (взаимного консонанса, диссонанса, положительного и отрицательного влияния).

### Список литературы

1. Борисов В. В., Круглов В. В., Федулов А. С. Нечёткие модели и сети. М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 284 с.
2. Максимов В.И. Структурно-целевой анализ развития социально-экономических ситуаций: Автореф. дис. ... д-ра. М: ИПУ РАН, 2002.
3. Максимов В.И. Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций // Материалы I Международной конференции «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций (CASC'2001)»: в 3-х т. М: ИПУ РАН, 2001. Т. 2. С. 20–21.
4. Силов В. Б. Принятие стратегических решений в нечёткой обстановке. М.: ИНПРО-РЕС, 1995. – 228 с.
5. Brown S.M. Cognitive mapping and repertory grids for qualitative survey research: some comparative observations // Journal of Management Studies. 1992. V. 29. P. 287–307.

6. Kosko B. *Neural Networks and Fuzzy Systems: A Dynamical Systems Approach to Machine Intelligence*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1992.
7. Schneider M., Schneider E., Kandel A., Chew G. Automatic construction of FCMs // *Fuzzy Sets and Systems*. 1998. V. 93. P. 161–172.

#### References

1. Borisov V. V., Kruglov V. V., Fedulov A. S. *Nechetkie modeli i seti*. M.: Gorjachaja linija – Telekom, 2007. – 284 p.
  2. Maksimov V.I. *Strukturno-celevoj analiz razvitiya social'no-jekonomicheskikh situacij*: PhD thesis. M: IPC RAS, 2002.
  3. Maksimov V.I. *Kognitivnyj analiz i upravlenie razvitiem situacij* // *Materialy I Mezhdunarodnoj konferencii «Kognitivnyj analiz i upravlenie razvitiem situacij (CASC'2001)»*: v 3-h t. M: IPC RAS, 2001. V. 2. pp. 20–21.
  4. Silov V. B. *Prinjatие strategicheskikh reshenij v nechetkoj obstanovke*. M.: INPRO-RES, 1995. – 228 p.
  5. Brown S.M. *Cognitive mapping and repertory grids for qualitative survey research: some comparative observations* // *Journal of Management Studies*. 1992. V. 29. pp. 287–307.
  6. Kosko B. *Neural Networks and Fuzzy Systems: A Dynamical Systems Approach to Machine Intelligence*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1992.
  7. Schneider M., Schneider E., Kandel A., Chew G. Automatic construction of FCMs // *Fuzzy Sets and Systems*. 1998. V. 93. pp. 161–172.
-