

УДК 65.012:7.01

К.В. Кошкин, С.А. Макеев, Г.В. Фоменко

*Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова, Николаев*

## КОГНИТИВНЫЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ КАК АКТИВНОЙ СИСТЕМОЙ

*Рассмотрен алгоритм использования технологии динамического когнитивного моделирования активных систем для планирования и кризисного управления реформой жилищно-коммунального хозяйства в Украине*

**Ключевые слова:** управление жилищно-коммунальным хозяйством, динамическое моделирование, когнитивная карта, нечеткие множества, активная система, потребляемых в ЖКХ).

### Постановка проблемы

Значимость и актуальность проблем трансформации жилищно-коммунального хозяйства (далее - ЖКХ) и адаптации его субъектов к рыночным отношениям привлекают к ним внимание большого числа ученых и практиков. Однако, несмотря на многочисленные исследования, основные теоретико-методологические и прикладные аспекты проектирования региональных систем обеспечения жилой среды в переходном обществе остаются непроработанными [1].

### Анализ исследований и публикаций, посвященных проблеме

Следует подчеркнуть что, в первую очередь, ЖКХ характеризуется тем, что производит публичный продукт, то есть выполняет работы или оказывает услуги на публичных принципах. В целом услуги, предоставляемые ЖКХ, характеризуются принадлежностью к группе жизнеобеспечения, социальной значимостью и незаменимостью, поэтому характерные для сферы производства экономические критерии эффективности применительно к ЖКХ должны быть уточнены и дополнены показателями качества обслуживания населения, комфортности и благоустроенности среды проживания.

Таким образом, ЖКХ является сложной динамической социально-экономической системой, цели которой не совпадают с целями отдельных ее участников. На сегодняшний день практически отсутствуют формальные модели функционирования таких систем, учитывающие специфику целенаправленного активного поведения их участников (как производителей, так и потребителей услуг и товаров, производимых и

В 1969 году В.Н. Бурков сформулировал принцип открытого управления, который лег в основу теории активных систем (ТАС) - раздела теории управления социально-экономическими системами, изучающего свойства механизмов их функционирования, обусловленные проявлениями активности участников системы. Принцип открытого управления заключается в решении задачи оптимизации на множестве так называемых совершенно согласованных планов, то есть планов, оптимальных для элементов [2].

### Постановка задачи

Целью настоящей работы является выбор адекватных критериев и эффективных технологий для планирования и кризисного управления процессами реформирования жилищно-коммунального хозяйства в Николаевской области

### Основная часть

Авторы предлагают использовать для идентификации активной системы ЖКХ ее когнитивные модели. В общем случае когнитивный анализ – это согласованное описание группой экспертов существующей ситуации в виде некоторой познавательной (когнитивной) схемы, которая впоследствии используется в качестве основания для построения и проведения компьютерного моделирования последствий принимаемых решений [3].

Примером простейшего когнитивного анализа являются работы зарубежных ученых по стратегическому менеджменту - такие, как PEST- и SWOT-анализ, в которых проводится когнитивная структуризация (cognitive mapping), т.е. уточнение «гипотезы о функционировании исследуемого объекта» [4]. Такие простые модели широко используются для оценки инвестиционной

привлекательности объектов ЖКХ, в том числе, и в Украине.

Исходным понятием в когнитивном моделировании сложных ситуаций является понятие когнитивной карты ситуации. Классическая когнитивная карта - это взвешенный ориентированный граф, в котором привилегированной вершиной является некоторое будущее (как правило, целевое) состояние объекта управления. Остальные вершины соответствуют факторам. Дуги, соединяющие факторы с вершиной состояния имеют толщину и знак, соответствующий силе и направлению влияния данного фактора на переход объекта управления в данное состояние, а дуги, соединяющие факторы показывают сходство и различие во влиянии этих факторов на объект управления. В первом приближении авторы используют для анализа ситуации когнитивную карту, приведенную в работе А.Н.Райкова [5] (рисунк).



Рисунок. Когнитивная схема ситуации в жилищно-коммунальном хозяйстве

Когнитивная карта отображает лишь факт наличия влияний факторов друг на друга. В ней не отражается ни детальный характер этих влияний, ни динамика изменения влияний в зависимости от изменения ситуации, ни временные изменения самих факторов. Учет всех этих обстоятельств требует перехода на следующий уровень структуризации информации, отображенной в когнитивной карте. На этом уровне каждая связь между факторами когнитивной карты раскрывается до соответствующего уравнения, которое может содержать как количественные, так и качественные переменные.

Для моделирования динамических систем когнитивная карта была в 1986 году расширена Коско до нечеткой когнитивной карты (FCM), позволяющей через использование элементов нечеткой логики (суждений) встраивать в нее экспертные знания о функционировании системы и ее поведении в различных обстоятельствах [6].

Расширение FCM классического понятия когнитивной карты основано на том, что взаимовлияния между концептами могут различаться по интенсивности, которая, в свою очередь, может изменяться с течением времени [7]. Для учета этого обстоятельства вводится показатель интенсивности влияния, что обеспечивает переход от классического к нечеткому отношению  $W$ , элементы  $w_{ij}$  которого характеризуют направление и степень интенсивности (вес) влияния между концептами.

В отличие от простых когнитивных карт, нечеткие когнитивные карты представляют собой нечеткий ориентированный граф, узлы которого являются нечеткими множествами. Направленные ребра графа не только отражают причинно-следственные связи между концептами, но и определяют степень влияния (вес) связываемых концептов

Т.е. нечеткая когнитивная карта  $F = \langle C, W, A, f \rangle$ , где

1)  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$  множество из  $n$  концепций, представляющих собой узлы графа.

2)  $W : (C_i, C_j) \rightarrow w_{ij}$  функция, которая каждой паре концепций  $(C_i, C_j)$ , ставит в соответствие значение  $w_{ij}$ , которое принадлежит промежутку  $[-1; 1]$  и обозначает причинно-следственные связи (+1 полностью положительные, т.е. положительные изменения одной концепции влекут положительные изменения другой; -1 полностью отрицательная связь).

Для случая  $i = j$ ,  $w_{ij} = 0$ .

3)  $A : C_i \rightarrow A_i$ , функция активности концепций системы. Каждому узлу ставится в соответствие мера активности в момент времени  $t$ . Она может принимать значения от 0 (нет активности) до 1 (активен).  $C(0)$  задает вектор начальных значений активности узлов.

$A_{(t)}$  - вектор состояний (активности) узлов на итерации  $t$ .

4)  $f : R \rightarrow L$  функция преобразования  $A_{(t+1)}$  and  $A_{(t)}$ , где  $t \geq 0$ ;

$$\forall_i \in (1, \dots, n), A_{(t+1)} = f(\sum w_{ij} A_{(t)})$$

Результатом FCM моделирования является последовательность векторов состояний, которые определяют состояние моделируемой системы в последующих итерациях. Результаты моделирования позволяют анализировать значение каждой из концепции, представляющее собой степень значимости концепции через некоторое время. Разные результаты моделирования могут быть получены заданием разных векторов начальной инициализации.

Разработка FCM включает в себя следующие этапы:

- 1) определение ключевых концепций предметной области;
- 2) определение причинно-следственных связей между ними;
- 3) оценка значимости этих связей (назначение весов);
- 4) построение транзитивно замкнутой матрицы;
- 5) имитационное моделирование и анализ его результатов.

Наглядность нечетких когнитивных карт, возможности проведения численного моделирования как количественных, так и качественных характеристик, а также комбинирование экспертного и адаптивного подходов для построения правил делают обобщенные нечеткие когнитивные карты удобным средством описания слабоструктурированных динамических систем, таких, как управление жилищно-коммунальным хозяйством

Основные проблемы при нечетком когнитивном моделировании связаны с процессом построения когнитивной карты, который сложно поддается формализации. Кроме того, необходимо доказать, что построенная когнитивная карта адекватна реальной моделируемой системе [8]. Для верификации модели на региональном уровне авторы предлагают использовать методологию управления требованиями, развитую в международном стандарте ISO 15288 [9].

### Выводы

В настоящей работе авторы показали, что технологии динамического когнитивного моделирования активных систем могут быть эффективно использованы органами местного самоуправления для планирования и кризисного управления реформой жилищно-коммунального хозяйства в Украине. Результаты проведенного исследования планируется использовать в работе инвестиционных и экономических подразделений Николаевской областной государственной администрации и Николаевского горисполкома.

### Список литературы

1. Яна Шокола *Как важно быть социальным* // Режим доступа: <http://www.opec.ru/1327507.html>
2. В.Н.Бурков, Д.А.Новиков. *Теория активных систем / Труды Юбилейной международной научно-практической конференции (15-17 ноября 1999 г., Москва, Россия). Общая редакция - Серия «Информатизация России на пороге XXI века». М.: СИНТЕГ, 1999. - 320 с.*
3. В.И.Максимов, Е.К.Корноушенко, С.В.Качаев *Когнитивные технологии для поддержки принятия управленческих решений // Сб. «Современные технологии*

*управления для администраций городов и регионов. Фонд «Проблемы управления». - М., 1998. С.115-123.*

4. Томпсон А. А., Стрикленд А. Дж. *Стратегический менеджмент. Искусство разработки и реализации стратегии / Пер. с англ. Под. ред. Л. Г. Зайцева, М. И. Соколовой. - М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. 576 с.*

5. Райков А.Н. *Интеллектуальные информационные технологии для поддержки социально значимых стратегических решений // Информационное общество, 2008, Вып. 5-6, С. 94-102.*

6. Kosko B. *Fuzzy systems as universal approximators // IEEE Transactions on Computers, vol. 43, No. 11, November 1994. - p. 1329-1333*

7. W.B. Vasantha Kandasamy, Florentin Smarandache, *Fuzzy Cognitive Maps and Neutrosophic Cognitive Maps - Xiquan Ed, Phoenix, 2003. - 213 p.*

8. Sadiq R.; Kleiner Y.; Rajani B.B. *Fuzzy cognitive maps for decision support to maintain water quality in ageing water mains //4th International Conference on Decision-Making in Urban and Civil Engineering, Porto, Portugal, Oct. 28-30, 2004. pp. 1-10*

9. *Systems Engineering Guideline for Public Works and Water Management // Rijkswaterstaat&ProRail, 2-nd ed., May 2008 - 76 p.*

10. В.Н. Бурков, В.С. Блинцов, А.М. Ввозный, К.В. Кошкин, А.Н.Шамрай и др. *Механизмы управления проектами и программами регионального и отраслевого развития: монография. - Николаев: НУК, 2010 – 169 с.*

Статья поступила в редколлегию 3.03.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук, профессор Блинцов В.С., Национальный университет кораблестроения им.адм. Макарова, Николаев