

УДК 316.31.4: 510.6

К.М. Михайлов, к.т.н.

**КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕГИОНА**

Новокаховский гуманитарный институт  
Открытого международного университета развития человека «Украина»  
[mkmnk@rambler.ru](mailto:mkmnk@rambler.ru)

*Предложен подход по моделированию системы высшего образования региона на когнитивной карте, приведена разработанная модель, представлены результаты моделирования и подходы к построению локальных моделей с использованием нескольких факторов когнитивной карты.*

**Ключевые слова:** когнитивное моделирование, система высшего образования, регион.

**Введение**

Моделирование социально-экономических систем представляет интерес как предварительный этап проектирования и управления проектами, и образовательная среда здесь не является исключением. Исследования в области систем высшего образования [2], [3], [4] позволяют рационально выделять и перераспределять ресурсы, определять стратегические направления развития, создавать образовательные проекты и программы. Одной из перспективных методологий моделирования является когнитивное моделирование [1], [2], [5].

Система высшего образования может быть представлена в виде уровней [4]. Среди них особый интерес вызывает региональный уровень, т.к. он обеспечивает учет специфики региона, региональных потребностей в кадрах с высшим образованием, количественный и качественный состав абитуриентов и преподавателей и т.п.

**Постановка задачи**

Анализ источников позволяет сформулировать задачу разработки инструментария моделирования, который позволит: выполнять моделирование с применением когнитивной карты системы высшего образования региона, оценивать последствия воздействий на факторы модели, анализировать различные сценарии развития системы высшего образования региона, моделируемые с помощью указанной когнитивной карты.

**Основная часть**

Основой когнитивного моделирования является когнитивная карта [1], [2], которая разрабатывается и детализируется в зависимости от целей и задач моделирования. Выделяются факторы, определяется их значимость, связи между ними и вес. В общем случае связь может быть выражена в виде функции одного фактора от другого. Когнитивная карта описывается системой уравнений вида [1], [2]:

$$x_i(t+1) = x_i(t) + \sum_{j \in I_i} a_{ij}(x_j(t) - x_j(t-1)), \quad i = 1, \dots, N, \quad (1)$$

где  $x_i(t+1)$  и  $x_i(t)$  – значение  $i$ -го фактора в моменты времени  $t+1$  и  $t$  соответственно;  $x_j(t)$  и  $x_j(t-1)$  – значение  $j$ -го фактора в моменты времени  $t$  и  $t-1$  соответственно;  $a_{ij}$  – коэффициент влияния фактора  $x_j$  на фактор  $x_i$ ;  $I_i$  – количество факторов, непосредственно влияющих на фактор  $x_i$ .

После построения когнитивной карты возникает вопрос выбора инструментария моделирования. Разработка такого инструментария не представляет сложностей и позволяет исследователю создать уникальный инструмент без дополнительных финансовых затрат.

Выбор факторов, которые вошли в модель, производился на основе соображений их минимального количества с сохранением и учетом значимости в данной предметной области. Некоторые факторы являются интегральными и могут быть детализированы при совершенствовании модели. Начальные значения факторов и коэффициенты влияния получены методом экспертных оценок. Предлагаемая модель позволяет на качественном уровне оценить взаимовлияние факторов как при единичном воздействии, так и при множественном воздействии на различных шагах в процессе моделирования.

Результаты, полученные ранее [3], [4], позволили сформулировать исходные данные в виде когнитивной карты, рис. 1.

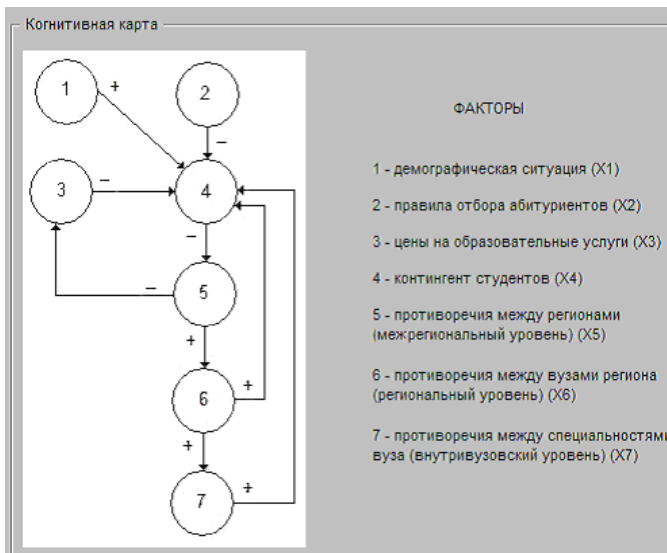


Рис. 1. Когнитивная карта системы высшего образования региона

Для первого шага модель имеет следующий вид:

$$\begin{aligned}
 x_1(t_2) &= x_1(t_1); \\
 x_2(t_2) &= x_2(t_1); \\
 x_3(t_2) &= x_3(t_1) + a_{53}(x_5(t_1) - x_5(t_0)); \\
 x_4(t_2) &= x_4(t_1) + a_{14}(x_1(t_1) - x_1(t_0)) + a_{24}(x_2(t_1) - x_2(t_0)) + \\
 &+ a_{34}(x_3(t_1) - x_3(t_0)) + a_{64}(x_6(t_1) - x_6(t_0)) + a_{74}(x_7(t_1) - x_7(t_0)); \\
 x_5(t_2) &= x_5(t_1) + a_{45}(x_4(t_1) - x_4(t_0)); \\
 x_6(t_2) &= x_6(t_1) + a_{56}(x_5(t_1) - x_5(t_0)); \\
 x_7(t_2) &= x_7(t_1) + a_{67}(x_6(t_1) - x_6(t_0)).
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Соответственно для шага  $t_k$ :

$$\begin{aligned}
 x_1(t_k) &= x_1(t_{k-1}); \quad x_2(t_k) = x_2(t_{k-1}); \\
 x_3(t_k) &= x_3(t_{k-1}) + a_{53}(x_5(t_{k-1}) - x_5(t_{k-2})); \\
 x_4(t_k) &= x_4(t_{k-1}) + a_{14}(x_1(t_{k-1}) - x_1(t_{k-2})) + a_{24}(x_2(t_{k-1}) - x_2(t_{k-2})) + a_{34}(x_3(t_{k-1}) - \\
 &- x_3(t_{k-2})) + a_{64}(x_6(t_{k-1}) - x_6(t_{k-2})) + a_{74}(x_7(t_{k-1}) - x_7(t_{k-2})); \\
 x_5(t_k) &= x_5(t_{k-1}) + a_{45}(x_4(t_{k-1}) - x_4(t_{k-2})); \\
 x_6(t_k) &= x_6(t_{k-1}) + a_{56}(x_5(t_{k-1}) - x_5(t_{k-2})); \\
 x_7(t_k) &= x_7(t_{k-1}) + a_{67}(x_6(t_{k-1}) - x_6(t_{k-2})).
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

В качестве сценария рассмотрим следующее воздействие на когнитивную карту:

- 1) увеличение цен на обучение;
- 2) ухудшение демографической ситуации в регионе;
- 3) ужесточение правил отбора абитуриентов;
- 4) ужесточение конкуренции между вузами региона.

Результаты моделирования представлены на рис. 2.

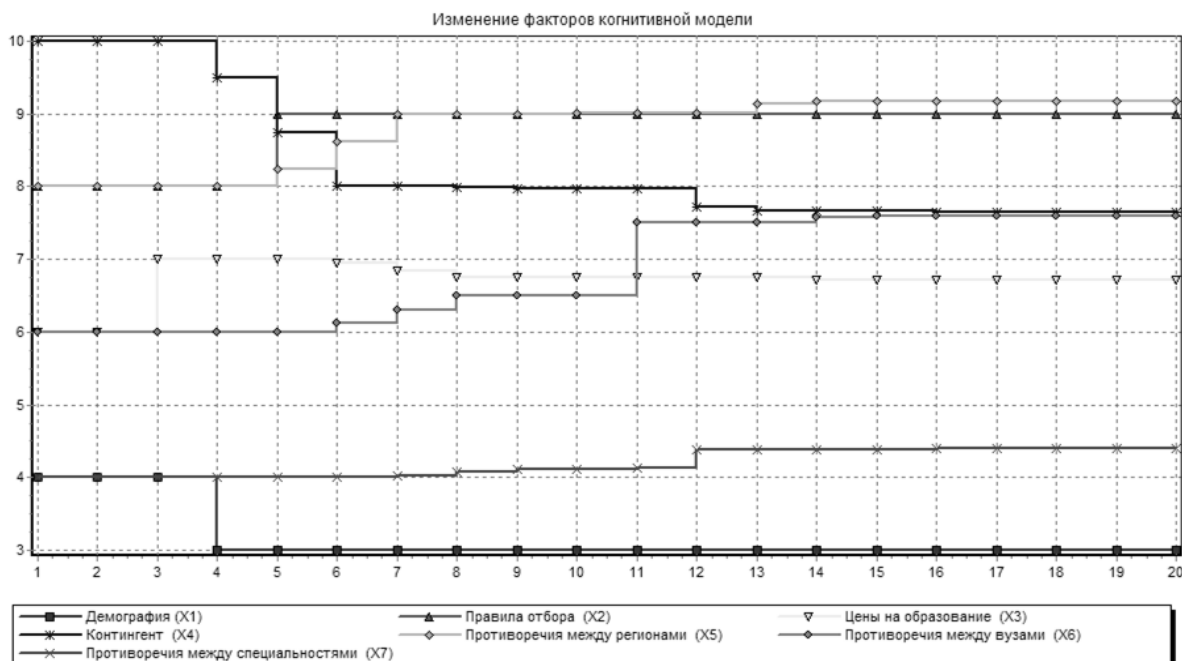


Рис. 2. Пример моделирования системы высшего образования региона

Проанализировав результаты, можно сделать выводы, что в случае выполнения сценария, описанного выше:

- уменьшится контингент студентов;
- усилятся межрегиональные противоречия;
- произойдет незначительное снижение цен на образовательные услуги.

Когнитивная карта является основой для построения моделей вида  $x_i = f(x_j, x_k, x_l)$ .

Например,  $x_4 = f(x_2, x_3, x_6)$ . Данная зависимость позволит качественно оценить влияние правил отбора абитуриентов, цен на образовательные услуги и противоречий между вузами региона на контингент студентов.

Базовое значение  $x_4 = f(8,6,6) = 10$ .

Применим методiku полного факторного эксперимента. Значения факторов  $x_2 \in [6;10]$ ,  $x_3 \in [4;8]$ ,  $x_6 \in [4;8]$ . Результаты моделирования представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты моделирования на когнитивной карте

№ эксперимента	$x_2$	$x_3$	$x_6$	$x_4$ (результат)
1	6	4	4	13,17
2	6	4	8	11,9
3	6	8	4	11,14
4	6	8	8	9,87
5	10	4	4	10,13
6	10	4	8	8,86
7	10	8	4	8,1
8	10	8	8	6,83

Предполагая, что математическая модель соответствует полиному вида:

$$x_4 = b_0 + b_1 \cdot x_2 + b_2 \cdot x_3 + b_3 \cdot x_6 + b_{12} \cdot x_2 \cdot x_3 + b_{13} \cdot x_2 \cdot x_6 + b_{23} \cdot x_3 \cdot x_6 + b_{123} \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_6.$$

В результате исследований когнитивной карты получена модель:

$$x_4 = 21,03 - 0,76 \cdot x_2 - 0,5075 \cdot x_3 - 0,3175 \cdot x_6.$$

Особенностью предлагаемого инструментария является возможность построения поверхностей зависимости одного фактора от двух других. Исходными данными являются диапазоны варьирования факторов, а результатом - таблица значений результирующего фактора, на основании данных которой строится поверхность в трехмерном пространстве.

Результаты моделирования представляют собой наборы результирующих значений для последовательности шагов моделирования при внешних воздействиях на факторы в указанные моменты времени.

### Заключение

Система высшего образования региона представлена в виде когнитивной карты, по которой можно исследовать зависимость факторов развития и функционирования образовательной среды. Описан инструмент, который позволяет моделировать как единичные, так и групповые воздействия на факторы когнитивной модели.

### Список литературных источников

1. Робертс Ф. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. – М.: Наука, 1986.
2. Заболотский М.А., Поляков И.А., Тихонин А.В. Применение когнитивного моделирования в управлении качеством подготовки специалистов//Управление большими системами/ Сборник трудов. Выпуск 16. – М.: ИПУ РАН, 2007. - С. 91 – 98.
3. Михайлов К.М. Модель контингента студентов вуза на уровне региона// Збірник матеріалів науково-практичної конференції "Прогнозування соціально-економічного розвитку Херсонської області". - Херсон: - 2003. - С. 173
4. Ходаков В.Е., Михайлов К.М. Демографический аспект развития системы высшего образования//Вісник СумДу. – 2007. - №2.- С. 143-148.
5. Кочкаров А.А., Салпагаров М.Б. Когнитивное моделирование региональных социально – экономических систем //Управление большими системами/ Сборник трудов. Выпуск 16. – М.: ИПУ РАН, 2007. - С. 137 – 145.