

**КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ
КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ****Михаил Викторович ГРЕЧКО**кандидат экономических наук, доцент Высшей школы бизнеса,
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация
MVGrechko@inbox.ru**История статьи:**

Принята 17.01.2017

Принята в доработанном виде
06.03.2017

Одобрена 29.03.2017

Доступна онлайн 27.04.2017

УДК 334.7

JEL: A22, I21, L50, O47

<https://doi.org/10.24891/ni.13.4.725>**Аннотация****Предмет.** Статья посвящена разработке адаптивного механизма управления качеством обучения на основе технологии когнитивного моделирования, позволяющего априорно предсказывать результаты возможных управленческих решений и осуществлять выбор наиболее эффективного варианта их решения.**Цели.** Изучение проблемы выбора факторов X , влияющих на качество обучения студентов ВШБ ЮФУ, и оценка экспериментальным путем чувствительности полученного результата к изменениям влияющих факторов. Учет предположения о том, что сложные и слабоструктурированные задачи принятия управленческих решений могут быть формализованы путем построения когнитивных карт, позволяющих на их основе моделировать изменения результатов при импульсном изменении факторов, при изменениях в динамике и при формировании сценариев.**Методология.** Исследование базируется на качественных положениях теории графов и эволюционной экономической теории, позволивших оценить экспериментальным путем факторы, влияющие на качество обучения, и построить когнитивную карту качества обучения, а также нестационарную карту с временно зависимыми показателями силы влияния.**Результаты.** Построена нестационарная карта с временно зависимыми показателями силы влияния. Рассмотрены три сценария изменения выходного параметра R (качества обучения) для 13 факторов при семи разных наборах коэффициентов силы влияния, для которых рассчитана чувствительность реакций, позволяющая оценить чувствительность результата R к изменениям влияющих факторов X и сформировать на этой основе рациональный сценарий управления развитием качества образования.**Выводы и значимость.** Полученные результаты должны стать впоследствии основой для формирования научной базы управления качеством системы образования, повышения ее как внутренней, так и внешней эффективности. Практические результаты могут быть использованы органами государственной власти при разработке стратегии модернизации системы образования.**Ключевые слова:** когнитивное моделирование, когнитивная карта, теория графов, качество обучения

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2017

Введение

Высокие темпы изменений экономической и социальной среды усилили интерес системных наук к процессам развития сложных систем. Появились работы по техногенезу (И.А. Карлович¹, Б.И. Кудрин [1]), анализу эволюции общества (В.Н. Бурков [2], А. Аузан [3], В.Н. Волкова [4], В.Е. Ланкин [5], А.Д. Урсул [6], А.И. Субетто [8, 9], В.А. Долятовский и др.²), моделированию и прогнозированию развития сложных систем и слабоструктурированных объектов (Р. Биломбо [10], О.Г. Голиченко [11],

Д. Нортон [12], В.А. Михайлов [13], Э. Мэддисон. [15]).

Обозначившийся тренд развития общественной динамики характеризуется все большим возрастанием сложности во всех сферах жизнедеятельности, что существенно затрудняет процессы когнитивного восприятия. В целях преодоления указанного барьера сложности востребованы структуризация и фрагментация исследуемых явлений и объектов — иными словами, когнитивное моделирование. Когнитивная структуризация, как инструмент анализа, позволяет проводить процедуры априорного моделирования результатов возможных решений поставленных слабоструктурированных задач.

Одной из таких задач, к примеру, является выбор наиболее эффективной стратегии повышения

¹ Карлович И.А. Современный техногенез: учеб. пособие. Владимир: Изд-во Владимирского гос. ун-та, 2015. 165 с.

² Долятовский В.А., Гречко М.В., Тугуз Ю.Р., Долятовский Л.В. Эволюционный анализ процессов экономического развития // Проблемы федеральной и региональной экономики. Ученые записки Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). 2012. С. 28–36.

качества образования. Соответственно, правомерно говорить о существующей необходимости исследования как результирующих переменных, влияющих на качество образования, так и моделирования изменения результатов при импульсном изменении факторов для формирования сценариев, повышения качества всей системы образования в целом. Попытка решения данной задачи и составляет цель настоящего исследования.

Когнитивное моделирование – теория и этапизация исследования

Осуществление исследований анализа и прогнозирования социально-экономических процессов, протекающих в сложных динамических системах, невозможно без применения соответствующего инструментария. К таковым с полной уверенностью можно отнести когнитивные технологии, которые получили широкое распространение в методологии наук начиная со второй половины XX в. и применяются при изучении и моделировании слабоструктурированных социально-экономических задач.

Исследования, связанные с использованием когнитивного структурирования (моделирования) для обоснования принятия решений в теории сложных систем, начались примерно в середине XX в. В результате применения инструментального аппарата когнитивной психологии в других отраслях знаний сформировалась система междисциплинарных исследований, получившая определение «когнитивная наука». В ее состав входят философия, психология, нейрофизиология, лингвистика, искусственный интеллект. Что касается применения когнитивного подхода в исследовании эволюции сложных социально-экономических систем в отечественной науке, то предметное поле исследования было сформировано в конце 1990-х гг. в ИПУ РАН (В.И. Максимова, В.В. Кульба, Н.А. Абрамова и др.).

Динамизм и глубина переплетающихся преобразований в различных сферах общественного воспроизводства диктуют необходимость в терминологическом упорядочении категорий и понятий, составляющих предмет исследования. К таковым в первую очередь относятся когнитивное моделирование,

когнитивная карта, адаптивное управление образованием.

Когнитивное моделирование – это инструмент познания, предназначенный для решения набора слабоструктурированных системных задач: определения объекта исследования, проведения экспертной процедуры выбора факторов, определения типа, силы и характера влияния выбранных факторов, построения когнитивной карты (ориентированного графа), прогнозирования, принятия решений, адаптивности, самоорганизации.

Ориентированный взвешенный граф, в котором вершины соответствуют выбранным факторам исследуемой системы, а дуги – взаимосвязям между ними, называется *когнитивной картой*. Когнитивная карта показывает как факт характера влияний факторов друг на друга, так и их силу.

Под *адаптивным управлением* применительно к процессу образования мы будем понимать организованную совокупность принципов, правил принятия решений, инструментов организации образовательного процесса, а также средств контроля воспроизводства человеческого капитала в системе образования на основе его динамического приспособления и адекватной (адаптивной) реакции на взаимосвязанные изменения факторов внешней среды.

После того как проведена терминологическая упорядоченность и спецификация специальных терминов, необходимая для понимания сущности когнитивных исследований, применяемых инструментов, моделей и методов, перейдем к выделению и обоснованию этапов когнитивного моделирования.

На сегодняшний день стройной теории когнитивного моделирования не существует. В основе современных когнитивных технологий лежит методология применения когнитивного подхода в управлении слабоструктурированными системами, предложенная американским политологом Р. Аксельродом [16]. *Объектом исследования* в теории когнитивного моделирования выступают слабоструктурированные задачи управления. Его основой является познание исследуемого объекта путем проведения структуризации поставленной ранее задачи. Таким образом, даже с учетом достижений современной науки, основанной на применении системной

парадигмы исследований, когнитивный анализ и моделирование являются принципиально новыми элементами в структуре методологий исследования проблем с нечеткими факторами и взаимосвязями между ними, то есть слабоструктурированных.

Методология когнитивного моделирования состоит из следующих этапов:

- 1) структуризация задачи: выбор факторов X и результирующих переменных;
- 2) построение неразмеченного графа влияний. Выявление связей между факторами;
- 3) разметка графа на положительные и отрицательные ветви – определение характера влияния факторов (принцип Гейзенберга);
- 4) определение силы влияния и взаимовлияния факторов. Каждой дуге графа ставится в соответствие влияние a_{ij} (от 0 до 1) на оси экспертных оценок;
- 5) построение когнитивной карты: задаются параметры отелных входов (5%) и оценивается распространение возмущений. В процессе когнитивного моделирования происходит оценка степени (количественная оценка) и направления (положительное или отрицательное) выделенных факторов влияния.

Таким образом, в когнитивную модель входят когнитивная карта (ориентированный граф) и веса дуг графа (оценка взаимовлияния или влияния факторов). В качестве инструментальной поддержки при применении когнитивных технологий, как правило, используются тест интеллекта Амтхауэра, тест интеллектуальной лабильности, матрица Равена, тесты вербальной и невербальной активности Торренса и др.

Далее применяется технология когнитивного моделирования для решения задачи анализа факторов и оценки их влияния на качество обучения. При этом решается прямая задача – производится оценка реакции выхода R на изменения факторов.

Постановка задачи, моделирование и результаты

Необходимо выбрать факторы X , влияющие на качество обучения студентов ВШБ ЮФУ, и оценить экспериментальным путем

чувствительность результата к изменениям влияющих факторов.

Вначале зафиксируем исходное положение, согласно которому оказывать влияние на качество образования учебного учреждения можно путем воздействия на те факторы, от которых оно зависит. Так как образовательное учреждение является нелинейной динамической системой, то оно имеет много степеней свободы, и его развитие связано: 1) с хаотическими процессами появления новых идей; 2) со сменой состояний; 3) с разнообразием информационных образовательных технологий; 4) с принятой парадигмой образования и др. Однако одно из важнейших условий успешного функционирования – это возможность эффективно управлять его качеством и измерять последнее.

Успешное освоение изучаемых дисциплин и формирование необходимых компетенций специалиста может стать более эффективным, если учебный процесс будет адаптирован к особенностям восприятия и характера студента. Для когнитивной диагностики студента целесообразно применить четыре основных теста: тест структуры интеллекта Р. Амтхауэра; тест интеллектуальной лабильности; прогрессивные матрицы Дж. Равена; тест вербальной и невербальной креативности Торренса. На основе этих тестов строится когнитивная модель студента. Такая информация полезна преподавателю для формирования адаптивной стратегии обучения и выбора соответствующего стиля обучения.

Вначале выдвинем априорную гипотезу, согласно которой для оценки качества обучения, основанной на технологии когнитивного моделирования, востребованы когнитивные карты, обладая которыми преподаватель получает возможность адаптировать изложение материала и практические занятия к особенностям восприятия студентов. Рассмотрим когнитивную карту качества обучения на примере Высшей школы бизнеса ЮФУ (направление «Сервис»). С помощью 14 экспертов, преподавателей ВШБ ЮФУ, занимающихся проблемами современного образования (коэффициент конкордации экспертов более 0,7, результатам оценок факторов можно доверять с вероятностью выше 0,9), были выделены основные, влияющие на качество обучения, факторы – от X_1 до X_{20} , отображенные на рис. 1.

Экспертная процедура проходила в два этапа: сначала методом последовательной экспертизы выделялись влияющие на результат – качество обучения – факторы. На втором этапе факторам давались оценки силы их влияния и направленности.

По результатам экспертной процедуры была построена когнитивная карта (ориентированный размеченный граф) качества обучения в ВШБ ЮФУ, в основе которого лежат субъективные представления экспертов об исследуемом объекте или процессе. Модель представления знаний эксперта в виде когнитивной карты включает в себя множество факторов ситуации X и множество причинно-следственных отношений между ними W . Таким образом, экспертные оценки позволили построить структуру связей факторов, определяющих качество образования. ИТК X_5 (см. рис. 1) – это информационные технологии коммуникаций, которые влияют на качество процесса обучения и специалиста. ИТК – интегральный фактор, обозначающий совокупность информационных технологий, применяемых в образовательном процессе. Данный фактор может быть разложен на ряд факторов от X_{11} до X_{18} .

Построенная когнитивная карта может применяться для решения как прямой задачи (оценки реакции выхода на изменения факторов), так и обратной (определения необходимых изменений факторов для достижения желаемого результата R). Результаты решения таких, уже структурированных, задач потенциально могут быть использованы для обоснования принимаемых решений в рамках стратегического управления сферой образования как на уровне отдельно взятого образовательного учреждения, так и на региональном и федеральном уровнях.

При решении подобных слабоструктурированных задач рассматриваются два вида изменений факторов:

- 1) импульсное воздействие (определенное изменение одного из факторов);
- 2) расчет с помощью выведенного уравнения изменения одного или нескольких результатов R .

Если на результат R влияют несколько факторов, то его изменение рассчитывается по формуле:

$$\Delta R = w_1 I_1.$$

На основе построенной когнитивной карты возможно также осуществить динамическое моделирование реакций выходной переменной R на воздействия выбранных факторов. Например, имеется когнитивная карта с определенными экспертами показателями силы влияний и воздействиями факторов во времени, которые представлены в табл. 1.

Составим уравнения для изменений выходов:

$$\Delta R_1 = 0,6 \cdot 10 + 0,5 \cdot 5 + 0,3 \cdot 10 + 0,7 \cdot 10 + 0,8 \cdot 4 + 0,5 \cdot 10 - 0,4 \cdot 20 = 18,7\% ;$$

$$\Delta R_2 = 0,6 \cdot 10 + 0,5 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,7 \cdot 15 + 0,8 \cdot 10 + 0,5 \cdot 10 - 0,4 \cdot 10 = 29,5\% ;$$

$$\Delta R_3 = 0,6 \cdot 20 + 0,5 \cdot 8 + 0,3 \cdot 10 + 0,7 \cdot 5 + 0,8 \cdot 5 + 0,5 \cdot 10 - 0,4 \cdot 5 = 29,5\% ;$$

$$\Delta R_4 = 0,6 \cdot 22 + 0,5 \cdot 10 + 0,3 \cdot 10 + 0,7 \cdot 3 + 0,8 \cdot 10 + 0,5 \cdot 10 - 0,4 \cdot 10 = 32,3\% ;$$

$$\Delta R_5 = 0,6 \cdot 25 + 0,5 \cdot 10 + 0,3 \cdot 5 + 0,7 \cdot 2 + 0,8 \cdot 1 + 0,5 \cdot 5 - 0,4 \cdot 2 = 25,4\% .$$

Для заданного сценария изменений входов можно построить график изменений выходов R (рис. 2).

Последующим перспективным развитием когнитивного моделирования представляется построение нестационарных карт с временно зависимыми показателями силы влияния. Для решения такой задачи будем рассматривать три сценария изменения выходного параметра R (качества обучения) для тринадцати факторов X_1, \dots, X_{13} при семи разных наборах коэффициентов силы влияния (рис. 3, табл. 2).

Результаты приведенных расчетов, проведенных по ранее изложенной методике, имеют для каждого из рассматриваемых сценариев следующий вид:

Сценарий 1:

$$\Delta X_1 = 0,4 \cdot 2 + 0,8 \cdot 5 = 4,8\% ;$$

$$\Delta X_2 = -0,7 \cdot 10 = -7\% ;$$

$$\Delta X_5 = 0,8 \cdot 10 + 0,6 \cdot 8 + 0,3 \cdot 5 - 0,8 \cdot 2 - 0,6 \cdot 5 + 0,7 \cdot 5 + 0,8 \cdot 4 + 0,2 \cdot 2 = 16,8\% ;$$

$$\Delta X_7 = 0,2 \cdot 5 + 0,3 \cdot 10 = 4\% ;$$

$$\Delta R = 0,1 \cdot 4,8 + 0,4 \cdot (-7) + 0,5 + 0,4 + 0,9 \cdot 16,8 + 0,1 + 0,8 \cdot 4 = 17\% .$$

Сценарий 2:

$$\Delta X_1 = 0,4 \cdot 4 + 0,8 \cdot 10 = 9,6\% ;$$

$$\Delta X_2 = -0,7 \cdot 2 = -1,4\% ;$$

$$\Delta X_5 = 0,8 \cdot 4 + 0,6 \cdot 5 + 0,3 \cdot 10 - 0,8 \cdot 5 - 0,6 \cdot 10 + 0,7 \cdot 2 + 0,8 \cdot 10 + 0,2 \cdot 4 = 29,4\% ;$$

$$\Delta X_7 = 0,2 \cdot 10 + 0,3 \cdot 2 = 2,6\% ;$$

$$\Delta R = 0,1 \cdot 9,6 + 0,4 \cdot (-1,4) + 0,5 + 0,4 + 0,9 \cdot 29,4 + 0,1 + 0,8 \cdot 2,6 = 29,94\% .$$

Сценарий 3:

$$\Delta X_1 = 0,4 \cdot 10 + 0,8 \cdot 10 = 12\% ;$$

$$\Delta X_2 = -0,7 \cdot 10 = -7\% ;$$

$$\Delta X_5 = 0,8 \cdot 10 + 0,6 \cdot 10 + 0,3 \cdot 10 - 0,8 \cdot 10 - 0,6 \cdot 10 + 0,7 \cdot 10 + 0,8 \cdot 10 + 0,2 \cdot 10 = 48\% ;$$

$$\Delta X_7 = 0,2 \cdot 10 + 0,3 \cdot 10 = 5\% ;$$

$$\Delta R = 0,1 \cdot 12 + 0,4 \cdot (-7) + 0,5 + 0,4 + 0,9 \cdot 48 + 0,1 + 0,8 \cdot 5 = 46,6\% .$$

Если взять средние значения изменений факторов в сценариях $X_1 = 5,62\%$, $X_2 = 6\%$, $X_3 = 10\%$, то для них можно рассчитать чувствительность реакций³:

$$\eta = \frac{\Delta R_j}{\bar{X}_j} .$$

Таким образом, для первого варианта показателей силы влияния $\eta = 17\% / 5,62\% = 3,02\%$. Этот показатель дает возможность оценить чувствительность результата к изменениям влияющих факторов и сформировать на этой основе рациональный сценарий. Для второго сценария аналогично получим $\eta = 29,94\% / 6\% = 4,99\%$. Для третьего сценария при значительном изменении факторов расчетное значение составит $\eta = 46,6\% / 10\% = 4,66\%$.

Полученные показатели можно использовать при формировании стратегий изменения факторов для достижения поставленной цели на входе системы.

Заключение

Проведенное исследование позволило получить важные эмпирические выводы, суть которых отражают следующие положения.

Во-первых, аргументированно показано, что сложные и слабоструктурированные задачи принятия управленческих решений могут быть формализованы путем построения когнитивных карт, позволяющих на их основе моделировать изменения результатов при импульсном изменении факторов, при изменениях в динамике и при формировании сценариев. Предложенный инструментальный полезен для априорного моделирования результатов возможных управленческих решений и выбора наиболее эффективного варианта решения.

Во-вторых, в работе решена задача выбора факторов x , влияющих на качество обучения студентов ВШБ ЮФУ и оценена экспериментальным путем чувствительность полученного результата к изменениям влияющих факторов (см. *рис. 1*). Результатом моделирования на основе когнитивной карты являются рекомендации по выбору стратегии повышения качества образования.

В-третьих, построена нестационарная карта с временно зависимыми показателями силы влияния. Рассмотрены три сценария изменения выходного параметра R (качества обучения) для тринадцати факторов X_1, \dots, X_{13} при семи разных наборах коэффициентов силы влияния (см. *рис. 3*), для которых рассчитана чувствительность реакций, позволяющая оценить чувствительность результата R к изменениям влияющих факторов X , и сформировать на этой основе рациональный сценарий управления развитием качества образования.

³ Булатова Р.М. Модели адаптации выпускников вузов // Международный научный альманах. Таганрог; Актобинск: РГСУ, 2011. Вып. 11. С. 221–228.

Таблица 1**Изменения значений факторов в разные моменты времени****Table 1****Changes in factor values over time**

Фактор	Время, у.е.				
	1	2	3	4	5
X_1	10	10	20	22	25
X_2	5	5	8	10	10
X_3	10	5	10	10	5
X_4	10	15	5	3	2
X_5	4	10	5	10	1
X_6	10	10	10	10	5
X_7	20	10	5	10	2

Источник: составлено автором*Source:* Authoring**Таблица 2****Сценарии изменений факторов для анализа результатов****Table 2****Factor trend scenarios for analysis of results**

Сценарий	Фактор												
	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}	X_{18}	X_{19}	X_{20}
Сценарий 1	2	5	10	10	8	5	2	5	5	4	2	5	10
Сценарий 2	4	10	2	4	5	10	5	10	2	10	4	10	2
Сценарий 3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

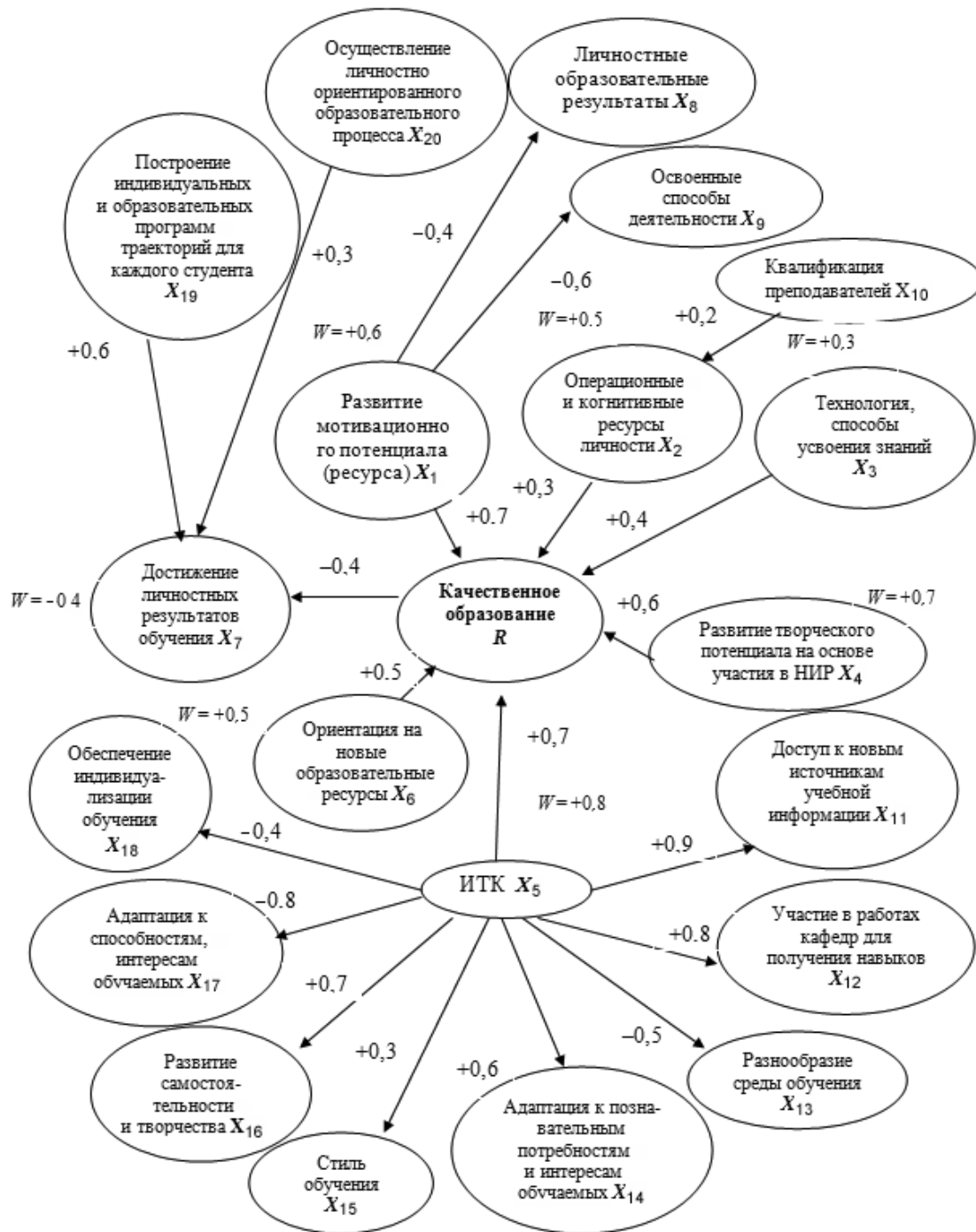
Источник: составлено автором*Source:* Authoring

Рисунок 1

Когнитивная карта факторов, влияющих на качество обучения

Figure 1

Cognitive map of factors that influence the education quality



Источник: составлено автором

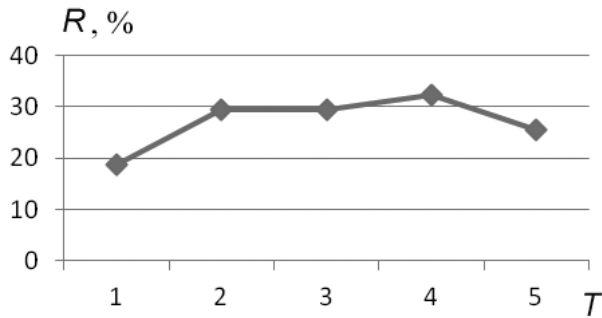
Source: Authoring

Рисунок 2

График изменения выходов при заданном сценарии изменений входов

Figure 2

Output change schedule under the given scenario of input changes



Источник: составлено автором

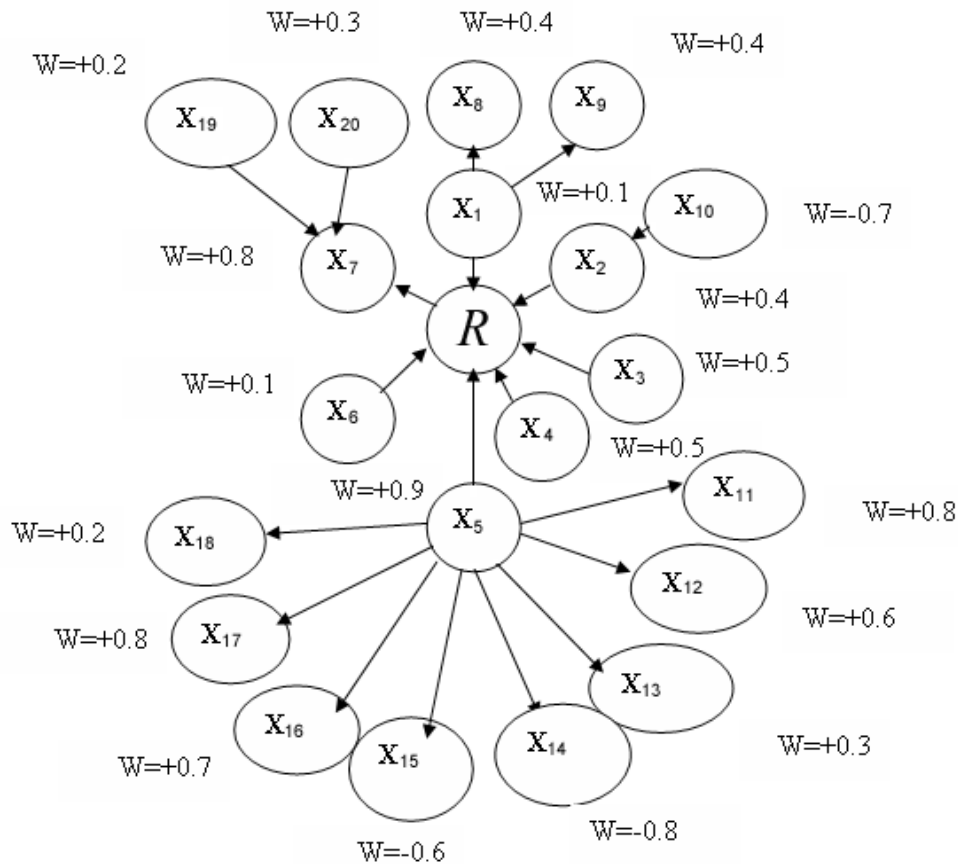
Source: Authoring

Рисунок 3

Когнитивная карта с переменными коэффициентами

Figure 3

Cognitive map with variable coefficients



Источник: составлено автором

Source: Authoring

Список литературы

1. Кудрин Б.И., Цырук С.А. Техноценологические основания науки об электрическом хозяйстве потребителей электротехнической продукции и электрической энергии и мощности: монография. М.: Технетика, 2015. 293 с.
2. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем (история развития и современное состояние) // Проблемы управления. 2009. № 3-1. С. 29–35.
3. Аузан А., Келимбетов К. Социокультурная формула экономической модернизации // Вопросы экономики. 2012. № 5. С. 38–44.
4. Волкова В.Н. Концепция современного естествознания: от физикализма к интегральным подходам // Прикладная информатика. 2010. № 1. С. 119–125.
5. Ланкин В.Е., Арутюнова Д.В. Структурное моделирование взаимодействия систем // Известия ЮФУ. Технические науки. 2013. № 6. С. 120–126.
6. Урсул А.Д., Урсул Т.А. Универсальный эволюционизм и эволюционная глобалистика: материалы ежегодных Моисеевских чтений. М.: Академия МНЭПУ, 2016. Т. 6. С. 247–260.
7. Урсул А.Д., Урсул Т.А. Ноосферогенез как глобально-эволюционный процесс // Философская мысль. 2015. № 1. С. 9–92. doi: 10.7256/2409-8728.2015.1.14365
8. Субетто А.И. Человек, наука и экономика в Эпоху Великого Эволюционного Перелома: ноосферный императив: монография. СПб: Астерион, 2013. 147 с.
9. Субетто А.И. Управляющий разум и новая парадигма науки об управлении. СПб: Астерион, 2015. 52 с.
10. Bilombo R., Doliatovski V.A. On models and methods of a dynamic optimal management // Far East Journal of Applied Mathematics. 2008. Vol. 31. Iss. 2. P. 217–230.
11. Голиченко О.Г. Российская инновационная система: проблемы развития // Вопросы экономики. 2004. № 12. С. 97–116.
12. Нортон Д., Каплан Р. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. М.: Олимп-Бизнес, 2010. 528 с.
13. Михайлов В.А. Критерии измерения инновационного развития вуза: материалы IV Всероссийского социологического конгресса «Социология в системе научного управления». М.: ИС РАН, 2012. С. 155–158.
14. Maddison A. The World Economy: Historical Statistics. OECD, 2006. P. 657.
15. Arthur W.B. Inductive reasoning and bounded rationality (the El Farol Problem) // American Economic Review. 1994. Vol. 84. Iss. 2. P. 406–411.
16. Axelrod R. Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites. Princeton University Press, 1976.

Информация о конфликте интересов

Я, автор данной статьи, со всей ответственностью заявляю о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

COGNITIVE MODELING AS A TOOL FOR ADAPTIVE MANAGEMENT OF EDUCATION QUALITY

Mikhail V. GRECHKO

Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation
MVGrechko@inbox.ru**Article history:**Received 17 January 2017
Received in revised form
6 March 2017
Accepted 29 March 2017
Available online
27 April 2017**JEL classification:** A22, I21,
L50, O47<https://doi.org/10.24891/ni.13.4.725>**Keywords:** cognitive modeling,
cognitive map, graph theory,
education quality**Abstract****Importance** The article outlines an adaptive mechanism for managing the education quality through the cognitive modeling quality. Cognitive modeling allows for *a priori* modeling of managerial decisions and their outcome and choosing the most effective solution.**Objectives** The research examines the selection of X-factors influencing the education quality in the specific educational institution and empirically evaluates the sensitivity of the result to changes in the factors. I considered the assumption that complex and poorly clarifies objectives of managerial decisions can be formalized through cognitive maps so that any developments in the results can be modeled when factors and trends change and scenarios are formed.**Methods** The research relies upon qualitative principles of the graph theory and the theory of economic evolutions that provided for experimental evaluation of factors that influence the education quality, and build a cognitive map of education quality, and non-stationary map with temporarily dependent indicators of the effect.**Results** I prepared a non-stationary map with temporarily dependent indicators of the effect and reviewed three scenarios for R-indicator (education quality) changing under 13 factors and seven various sets of the effect coefficients, which the sensitivity of responses is assessed for. The sensitivity allows to evaluate the sensitivity of R-indicator to changing X-factors and formulate a reasonable scenario for managing the development of education quality.**Conclusions and Relevance** The results will subsequently lay the basis for a scientific framework of education quality management, and increase its external and internal efficiency. The findings can be used by governmental authorities to outline the education modernization strategy.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2017

References

1. Kudrin B.I., Tsyruk S.A. *Tekhnotsenologicheskie osnovaniya nauki ob elektricheskoy khozyaistve potrebiteli elektrotekhnicheskoy produktsii i elektricheskoy energii i moshchnosti: monografiya* [Technological and cenological principles of the science of electricity facilities belonging to consumers of electrotechnical products and electricity and power: a monograph]. Moscow, Tekhnika Publ., 2015, 293 p.
2. Burkov V.N., Novikov D.A. [The theory of active systems: the history of development and current situation]. *Problemy upravleniya = Control Sciences*, 2009, no. 3-1, pp. 29–35. (In Russ.)
3. Auzan A., Kelimbetov K. [Socio-cultural formula for economic modernization]. *Voprosy Ekonomiki*, 2012, no. 5, pp. 38–44. (In Russ.)
4. Volkova V.N. [Concepts of contemporary natural sciences: from physicalism towards integral approaches]. *Prikladnaya informatika = Journal of Applied Informatics*, 2010, no. 1, pp. 119–125. (In Russ.)
5. Lankin V.E., Arutyunova D.V. [Structural modeling of interaction of systems]. *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki = Izvestiya SFedU. Engineering Sciences*, 2013, no. 6, pp. 120–126. (In Russ.)
6. Ursul A.D., Ursul T.A. [Versatile evolutionism and evolutionary globalism]. *Materialy ezhegodnykh Moiseevskikh chtenii. Tom 6: materialy nauchnoi konferentsii* [Proc. Sci. Conf. The Annual Moiseev Readings. Volume 6]. Moscow, International Independent Ecological and Political University Publ., 2016, pp. 247–260.
7. Ursul A.D., Ursul T.A. [The genesis of noosphere as a global evolutionary process]. *Filosofskaya mysl' = Philosophical Thought*, 2015, no. 1, pp. 9–92. (In Russ.) doi: 10.7256/2409-8728.2015.1.14365

8. Subetto A.I. *Chelovek, nauka i ekonomika v Epokhu Velikogo Evolyutsionnogo Pereloma: noosfernyi imperativ: monografiya* [Man, science and economics in the era of the Great Economic turn: a noospheric imperative: a monograph]. St. Petersburg, Asterion Publ., 2013, 147 p.
9. Subetto A.I. *Upravlyayushchii razum i novaya paradigma nauki ob upravlenii: monografiya* [Managing mind and a new paradigm of the management science: a monograph]. St. Petersburg, Asterion Publ., 2015, 52 p.
10. Bilombo R., Doliatovski V.A. On Models and Methods of a Dynamic Optimal Management. *Far East Journal of Applied Mathematics*, 2008, vol. 31, iss. 2, pp. 217–230.
11. Golichenko O.G. [The Russian innovation systems: Problems of development]. *Voprosy Ekonomiki*, 2004, no. 12, pp. 97–116. (In Russ.)
12. Norton D., Kaplan R. *Sbalansirovannaya sistema pokazatelei. Ot strategii k deistviyu* [The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action]. Moscow, Olimp-Biznes Publ., 2010, 528 p.
13. Mikhailov V.A. [Criteria for measuring the innovative development of the university]. *Sotsiologiya v sisteme nauchnogo upravleniya: materialy IV Vserossiiskogo sotsiologicheskogo kongressa* [Proc. Sci. Conf. The 4th Russian Sociological Congress Sociology as Part of Scientific Management]. Moscow, Institute of Sociology of RAS Publ., 2012, pp. 155–158.
14. Maddison A. *The World Economy: Historical Statistics*. OECD, 2006, p. 657.
15. Arthur W.B. Inductive Reasoning and Bounded Rationality (the El Farol Problem). *American Economic Review*, 1994, vol. 84, iss. 2, pp. 406–411.
16. Axelrod R. *Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites*. Princeton University Press, 1976.

Conflict-of-interest notification

I, the author of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.