

**Когнитивное моделирование качества образовательного процесса вуза**

**Щербина А.В.**, доктор философских наук, профессор Высшей школы бизнеса, Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация

**Гречко М.В.**, кандидат экономических наук, доцент Высшей школы бизнеса, Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация

**Аннотация.** Статья посвящена разработке механизма управления качеством образования на основе технологии когнитивного моделирования, позволяющего априорно моделировать результаты возможных управленческих решений и осуществлять выбор наиболее эффективного варианта их решения. В качестве научной цели обозначена проблема выбора факторов  $X$ , влияющих на качество обучения студентов ЮФУ и оценки экспериментальным путем чувствительности полученного результата к изменениям влияющих факторов. Представленная методика дает новые возможности стратегического планирования развития образовательного процесса.

**Ключевые слова:** когнитивное моделирование, когнитивная карта, теория графов, качество обучения.

**Cognitive modeling of quality of university educational process**

**Shcherbina A.V.**, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation

**Grechko M.V.**, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation

**Annotation.** The article is devoted to the development of a mechanism of education quality management based on cognitive modeling technology, which allows to a priori model the results of possible management decisions and to choose the most effective version of their solution. The problem of selecting  $X$  factors affecting the

quality of education of SFU students and evaluation experimentally by sensitivity of the obtained result to changes of influencing factors is identified as a scientific goal. The presented methodology provides new opportunities for strategic planning of the development of the educational process.

**Keywords:** cognitive modeling, cognitive map, graph theory, learning quality.

*Контекст. Постановка проблемы исследования.* Образовательный процесс в современной его интерпретации, представляет собой сложную систему, встроенную в культурный, экономический и политический контексты образовательного учреждения. Осевой задачей образовательного процесса выступает формирование т.н. ценностного и компетентностного профиля будущего специалиста.

Задача управления такой сложной, слабоструктурированной и динамичной системой связана не только с имеющимися человеческими и капитальными ресурсами, но и с пониманием возможных траекторий её стратегического развития. В обозначенном контексте, процесс адаптивного управления образовательным процессом является важнейшим элементом при проведении стратегической модернизации модели управления, опирающейся на инновационный потенциал и соответствующие управленческие инструменты и технологии. В итоге, инновационное развитие вузов является необходимостью, важным элементом стратегии модернизации экономики и общества в условиях существующего когнитивного дисбаланса, обусловленного все более возрастающей энтропией, во всех сферах жизнедеятельности.

Для преодоления обозначенной энтропии, востребованы когнитивная структуризация и фрагментация исследуемых явлений и слабоструктурированных объектов. Отметим, что моделирование и прогнозирование развития сложных систем и слабоструктурированных объектов, отраженное в ряде публикаций как отечественных, так и зарубежных авторов [1–6], составляет тот теоретико-методологический базис, который будет в дальнейшем использован в представленном тексте.

Данный инструментарий, позволяет проводить процедуры априорного моделирования результатов возможных решений поставленных слабоструктурированных задач. Одной из таких задач, к примеру, является выбор наиболее эффективной стратегии повышения качества образовательного процесса ВУЗа. Все это и составляет цель исследования настоящей работы.

**Когнитивное моделирование – теория вопроса.** 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 примерно в конце 1990-х гг. в ИПУ РАН (В.И. Максимова, В.В. Кульба, Н.А. Абрамова и др.) [7].

Когнитивные технологии являются инструментарием системного анализа и проектирования. Когнитивная структуризация позволяет сформировать и уточнить выдвинутые гипотезы, касаясь механизмов функционирования исследуемого объекта, представленного в виде сложной системы, состоящей из обособленных, но взаимосвязанных элементов и подсистем.

Когнитивное моделирование основано на теоретико-множественном и графологическом описании исследуемых (проектируемых) систем, при помощи познавательно-целевой (когнитивной) структуризации сведений о них и внешней среде, разграниченной «нечетко». Подобное структурирование позволяет:

(1) выявить базисные факторы, характеризующие слой взаимодействия исследуемого объекта (системы) и параметры внешней среды;

(2) установить каузальные (причинно-следственные) связи между ними, иными словами, идентифицировать какое взаимовлияние оказывают факторы (управляемые переменные) на целевой параметр (например, качество образования).

Результатом описанной структуризации знаний, в конечном итоге, становится построение когнитивной модели (когнитивной карты).

**Построение когнитивной карты развития образовательного процесса вуза.** Сразу оговоримся, что построение иерархической объектоориентированной модели, управления качеством образования, позволяет сформировать ее реплики (тиражировать) не меняя, при этом модули системы. Инструментарий когнитивного моделирования опирается на известный познавательный потенциал каузальных (причинно-следственных) взаимосвязей между факторами и процессами, лежащими в основе модели управления качеством образования. Этот механизм позволяет построить прогноз позволяющий производить инверсию негативных управленческих параметров, в желаемые величины.

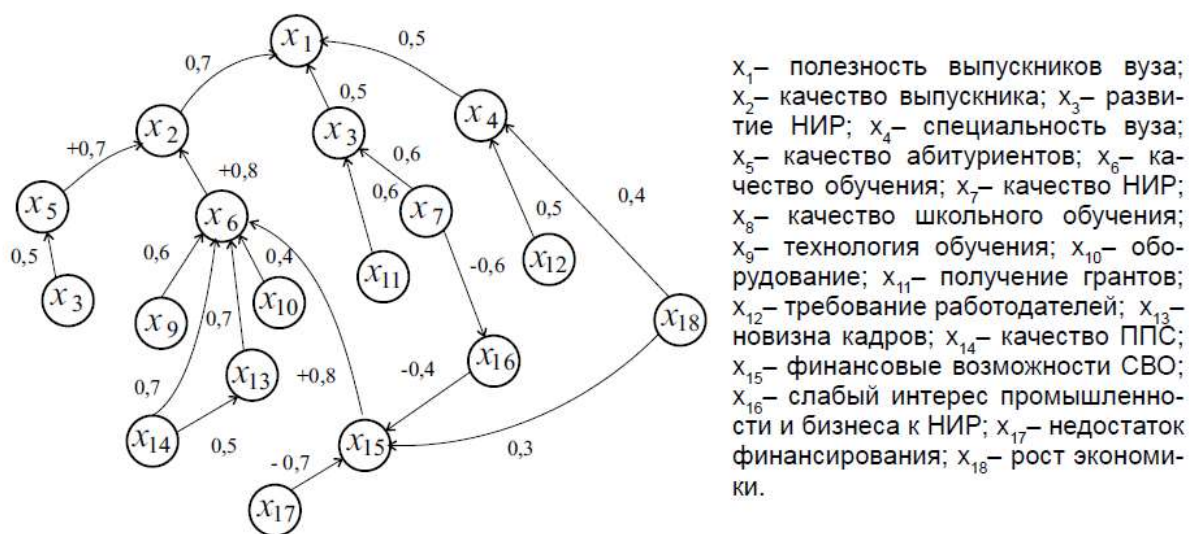
К процедуре построения когнитивной карты развития образовательного процесса были привлечены двенадцать экспертов Южного федерального университета, имеющих опыт решения проблем управления высшей школой (коэффициент конкордации экспертов более 0,7, результатам оценок факторов можно доверять с вероятностью выше 0,9). Процедура была организована следующим образом.

Перед экспертами была поставлена задача определения факторов, влияющих на качество выпускников вузов, обуславливающее тем самым их «полезность» для модернизационного развития экономики и общества. Каждый эксперт на бумажных стикерах записывал влияющие, по его мнению, факторы ( $X_2 \dots X_{18}$ ) и закреплял их на доске.

После процесса генерации идей модератор совместно с экспертами упорядочивал стикеры (идеи), формируя тем самым структуру факторных влияний. Отметим, что иерархия факторов строилась до полного совпадения

мнений экспертов. На полученную карту наносились задаваемые экспертами показатели силы влияния и направленность, отражающие мнение большинства экспертов.

После группового обсуждения и корректировок получена итоговая когнитивная карта (рисунок 1). Индекс согласованности мнений экспертов обеспечивал 90% уровень достоверности оценок.



**Рис. 1 – Когнитивная карта факторов, влияющих на развитие образовательного процесса**

Анализ реакций итогового показателя «полезности»  $X_1$  на изменения факторов. На основе представленной структуры знаний о влияниях различных факторов можно провести априорный анализ реакций  $\Delta x_1$  на изменения отдельных факторов и их сочетаний. В первом случае будем иметь реакции на импульсные воздействия факторов.

Если улучшить технологию обучения на 10%, то по карте получим:

$$\Delta x_6 = 0,6 * 10\% = 6\%;$$

$$\Delta x_2 = 0,8 * \Delta x_6 = 0,8 * 6 = 4,8\% \text{ и}$$

$$\Delta x_1 = 0,7 * \Delta x_2 = 0,7 * 4,8 = 3,36\%,$$

т.е. полезность выпускника возрастет на 3,36%. Таким образом, получена оценка реакции результата на изменение фактора  $x_9$ .

В динамике реакцию  $\Delta x_1(t)$  можно рассчитать с помощью уравнения:

$$x_1(t+1) = x_1(t) + \sum a_{ji} * [x_i(t) - x_i(t-1)], \quad (1)$$

где  $a_{ji}$ -коэффициенты влияния  $x_i$  на  $j$ -ый фактор.

Для случая импульсного воздействия  $\Delta x_9$  динамика изменения результата принимает следующий вид (рисунок 2).

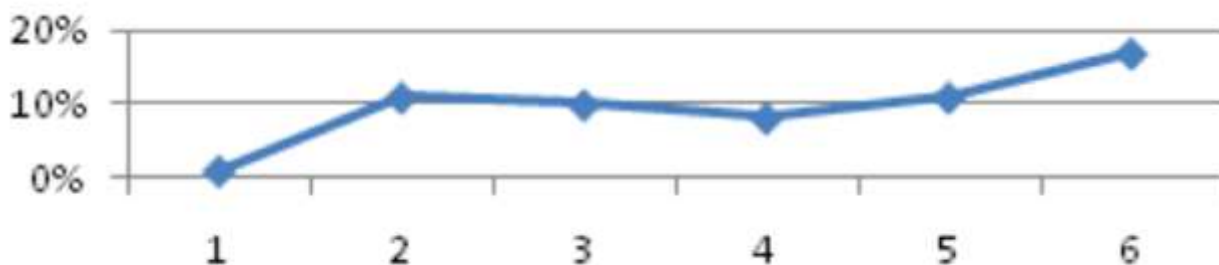


Рис. 2 – Динамика изменения  $x_1(t)$  при изменении  $x_g$

Если улучшить оборудование вуза на 10% ( $\Delta x_{10} = 10\%$ ), то  $\Delta x_1(t+1) = 10 * 0,4 * 0,8 * 0,7 = 2,24\%$ , т.е. полезность возрастет в меньшей степени, чем при улучшении технологии. При росте финансовых возможностей  $\Delta x_{15} = 10\%$  получим изменение результата на:

$$\Delta x_1(t+1) = 10 * 0,8 * 0,8 * 0,7 + 10 * 0,6 * 0,4 * 0,8 * 0,7 = 5,8\%.$$

При изменении качества профессорско-преподавательского состава на 10% получим:

$$\Delta x_1(t+1) = 10 * 0,7 * 0,8 * 0,7 + 10 * 0,5 * 0,7 * 0,8 * 0,7 + 2 * 10 * 0,6 * 0,6 * 0,5 = 9,48\%,$$

т.е. повышение качества ППС дает наибольший результат.

При росте экономики на 10% получим:

$$\Delta x_1(t+1) = 10 * 0,3 * 0,8 * 0,8 * 0,7 + 10 * 0,3 * 0,6 * 0,4 * 0,8 * 0,7 + 10 * 0,4 * 0,5 = 3,74\%.$$

При снижении финансирования СВО на 5% получим снижение полезности выпускников на:

$$\Delta x_1(t+1) = -5 * 0,7 * 0,6 * 0,8 * 0,7 - 5 * 0,6 * 0,4 * 0,8 * 0,7 = -1,85\%.$$

Таким образом, можно сравнивать влияние разных факторов развития СВО на конечный результат  $x_1(t+1)$ . Когнитивная карта дает возможность анализировать влияния изменений комплекса факторов.

Если рассмотреть комплекс:  $s_1 = (\Delta x_{15} = 10\%) \& (\Delta x_{14} = 10\%) \& (\Delta x_{13} = 10\%)$ ,

(2)

то,

$\Delta x_1(s_1; t+1) = 10 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 + 10 \cdot 0,4 \cdot 0,6 \cdot 0,8 \cdot 0,7 + 10 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 0,7 + 10 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 0,7 + 10 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,5 = 13,5\%$ , т.е. такой сценарий даст увеличение полезности выпускников на 13,5%.

При  $s_2 = (\Delta x_{18} = 10\%) \ \& \ (\Delta x_{13} = 10\%) \ \& \ (\Delta x_8 = 10\%)$ , (3) получим прирост  $\Delta x_1(t+1; s_2)$ :

$\Delta x_1(s_2; t+1) = [10 \cdot 0,3 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 + 10 \cdot 0,3 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 0,8 \cdot 0,7] + [10 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 0,7] + [10 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 0,7] = 8,1\%$ , т.е. этот сценарий менее эффективен.

Решение обратной задачи управления СВО.

Прямая задача управления СВО заключается в расчете результата  $\Delta x_1(t+1)$ ,  $\Delta x_1(t+2)$ , ... при данных значениях управляющих переменных. Такие расчеты проведены выше для импульсных воздействий одного или нескольких факторов.

Обратная задача предполагает определение значений управляющих переменных, которые позволяют достичь поставленную цель.

Пусть целью управления СВО является достижение прироста на 10% полезности выпускников вузов ( $\Delta x_1(t+1) = 10\%$ ). Выберем в качестве управляющих переменных:

– повышение качества школьного образования  $\Delta x$ , это дает прирост  $\Delta x_{11}(t+1) = 10 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 0,7 = 2,45\%$

– улучшение технологий обучения за счет внедрения инноваций  $\Delta x_{12}(t+1) = 10 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 0,7 = 3,92\%$ , т.е. суммарный прирост равен:  $\Delta x_1(t+1) = \Delta x_{11}(t+1) + \Delta x_{12}(t+1) = 6,37\%$  (4);

– дополнительные 3,63% прироста  $\Delta x_1(t+1)$  можно получить при изменении финансовых возможностей на величину  $\Delta x_{15}$  из уравнения  $\Delta x_{13}(t+1) = \Delta x_{15} \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 + \Delta x_{15} \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 0,8 \cdot 0,7$  (5) получим,  $3,63 = 0,448 \Delta x_{15} + 0,134 \Delta x_{15}$ , (6)

т.е.  $\Delta x_{15} = 3,63 / 0,582 = 6,24\%$ .

Для достижения поставленной цели нужно формировать стратегию вида:

$s_{13} = (\Delta x_8 = 10\%) \ \& \ (\Delta x_{13} = 10\%) \ \& \ (\Delta x_{15} = 10\%)$ . (7)

**Заключение.** Таким образом, когнитивное моделирование позволяет изучить количественные изменения результата образовательного процесса в ответ на вариации управляющих переменных и моделировать результаты применения разных стратегий развития. Представленная методика дает новые возможности стратегического планирования развития образовательного процесса.

### **Библиографический список**

1. Bilombo R. On models and methods of a dynamic optimal management // Far East Journal of Applied Mathematics. 2008. Vol. 31. P. 75–77.
2. Голиченко О.Г. Российская инновационная система: проблемы развития // Вопросы экономики. 2004. № 12. С. 97–116.
3. Нортон Д., Каплан Р. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. М.: Олимп-Бизнес, 2010. 528 с.
4. Михайлов В.А. Критерии измерения инновационного развития вуза // Социология в системе научного управления // Материалы IV Всероссийского социологического конгресса. М.: ИС РАН, 2012. С. 155–158.
5. Maddison A. The World Economy: Historical Statistics. OECD, 2006. P. 657.
6. Arthur W.B. Inductive reasoning and bounded rationality (the El Farol Problem). American Economic Review, vol. 84, no. 2, (1994), pp. 406–411.
7. Гречко М.В. Когнитивное моделирование как инструмент адаптивного управления качеством образования // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2017. Т. 13. № 4 (349). С. 725-735.

### **References**

1. Bilombo R. On models and methods of a dynamic optimal management. Far East Journal of Applied Mathematics, 2008, vol. 31, pp. 75–77.
2. Golichenko O.G. [Russian innovative system: development problems]. Voprosy jekonomiki=Economy Questions, 2004, № 12, pp. 97–116. (In Russ.)



3. Norton D., Kaplan R. Sbalansirovannaja sistema pokazatelej. Ot strategii k dejstvuju [Balanced system of indicators. From strategy to action]. Moscow, Olympe-Business Publ., 2010, 528 p.

4. Mikhaylov V.A. [Criteria of measurement of innovative development of higher education institution]. Sociologija v sisteme nauchnogo upravljenja. Materialy IV Vserossijskogo sociologicheskogo kongressa [Sociology in system of scientific management. Materials IV of the All-Russian sociological congress]. Moscow, Institute of Sociology of RAS, 2012, pp. 155–158.

5. Maddison A. The World Economy: Historical Statistics. OECD, 2006, p. 657.

6. Arthur W.B. Inductive reasoning and bounded rationality (the El Farol Problem). American Economic Review, vol. 84, no. 2, 1994, pp. 406–411.

7. Grechko M.V. [Cognitive Modeling as a Tool for Adaptive Quality Management of Education]. Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Safety. 2017. T. 13. No. 4 (349). P. 725-735.