

К. О. КНЫРИК, К. В. КОШКИН, П. В. НИКИТИН, А. С. РЫЖКОВ

МОДЕЛИ И МЕХАНИЗМЫ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

В статье предложен механизм оценки конкурентоспособности высшего учебного заведения на рынке образовательных услуг на основе имитационного моделирования. Предложена система индикаторов деятельности высшего учебного заведения. Выбор факторов для разработки модели проводился в соответствии с принципом Парето: учитывались параметры, которые оказывают наибольшее влияние на конкурентоспособность университета. Построена когнитивная карта ситуации, определяющая взаимное влияние факторов. Разработана имитационная модель, основанная на интеграции принципов динамики системы и когнитивного моделирования, которая позволяет управлять значениями ключевых параметров. Выбор методологий определяется тем, что имитационная модель является эффективным инструментом моделирования динамических систем с высоким уровнем абстракции и множеством обратных связей. Когнитивный подход позволяет синхронизировать изменения значений параметров и анализировать влияние параметров модели друг на друга. Показана возможность оценки альтернативных сценариев, и прогнозирования на их основе возможных последствий управленческих решений. Приведены результаты моделирования на основе реальных данных.

Ключевые слова: конкурентоспособность, имитационное моделирование, модель, системная динамика, когнитивное моделирование.

К. О. КНИРИК, К. В. КОШКИН, П. В. НИКИТИН, О. С. РИЖКОВ

МОДЕЛІ І МЕХАНІЗМИ ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

В статті запропоновано механізм оцінки конкурентоспроможності вищого навчального закладу на ринку освітніх послуг на основі імітаційного моделювання. Представлено систему індикаторів діяльності вищого навчального закладу. Вибір факторів для розробки моделі проводився відповідно до принципу Парето: враховувалися параметри, які мають найбільший вплив на конкурентоспроможність університету. Побудована когнітивна карта ситуації, яка визначає взаємний вплив факторів. Розроблена імітаційна модель, яка заснована на інтеграції принципів системної динаміки та когнітивного моделювання. Створена модель дозволяє керувати значеннями ключових параметрів. Вибір методологій визначається тим, що імітаційна модель є ефективним інструментом моделювання динамічних систем з високим рівнем абстракції і безліччю зворотних зв'язків. Когнітивний підхід дозволяє синхронізувати зміни значень параметрів і аналізувати вплив параметрів моделі один на одного. Показана можливість оцінки альтернативних сценаріїв, прогнозування на їх основі можливих наслідків управлінських рішень. Приведені результати моделювання на основі реальних даних.

Ключові слова: конкурентоспроможність, імітаційне моделювання, модель, системна динаміка, когнітивне моделювання.

К. О. КНЫРЫК, К. В. КОШКИН, П. В. НИКИТИН, А. С. РЫЖКОВ

MODELS AND MECHANISMS TO IMPROVE THE COMPETITIVENESS OF A HIGHER EDUCATION INSTITUTION

The aim of the research is to improve the efficiency of decision making for increasable of the competitiveness of the university. The article proposes a mechanism for assessing the competitiveness of a higher educational institution in the market of educational services on the basis of simulation modeling. A system of indicators of the activity of a higher educational institution is proposed. The choice of factors for the development of the model was carried out in accordance with the Pareto principle: the parameters that have the greatest impact on the competitiveness of the university are taken into account. A cognitive map of the situation that determines the mutual influence of factors is constructed. A simulation model based on the integration of the principles of system dynamics and cognitive modeling, which allows you to manage the values of key parameters, is developed. The values of the variables in the model can be changed while determining the sensitivity of the vector of the output parameters. Using a method based on specifying control points, a scale of characteristics has been developed for each factor. The possibility of evaluating alternative scenarios and predicting the possible consequences of management decisions based on them is shown. The model based on real data is presented. The main stages of the algorithm for determining competitiveness are as follows: determination of the purpose of the evaluation; determination of the types of activities that are taken into account in the analysis; selection of the reference database; definition of characteristics to be measured; evaluation of selected characteristics; calculation of the generalized, integral indicator of competitiveness; conclusions about competitiveness. As can be seen from the algorithm, the effectiveness of assessing the competitive position of an organization depends on the choice of characteristics, the determination of their relative importance (weight in the overall estimate, %) and the evaluation of these characteristics for the university and its main competitors. To analyze the mutual influence of the competitiveness factors of the university, it is proposed to use a simulation model that combines the principles of system dynamics and cognitive modeling. The choice of development methodologies is determined by the fact that a simulation model is an effective tool for modeling dynamic controlled systems with a high level of abstraction and a multitude of feedbacks. The cognitive approach makes it possible to synchronize changes in parameter values and analyze the influence of model parameters on each other. For the development of the model, the AnyLogic system was selected, combining the possibilities of creating hybrid models based on models of system dynamics, discrete-event models, and the agent approach. The state of the system under investigation can be described using classical approaches of system theory, in particular, cognitive modeling. The cognitive model of a complex, weakly structured system and is represented by a functional graph whose vertices are the main factors (concepts), and the arcs are the connections of the mutual influence of factors on each other. The model of the influence of factors of the university competitiveness on each other is a dynamic system that is determined by a set of parameters and a set of direct and inverse relations between them.

Keywords: competitiveness, simulation, model, system dynamics, cognitive modeling.

Введение. Проблема повышения первоочередных задач для оптимизации управления конкурентоспособности является одной из деятельности высших учебных заведений,

работающих в условиях рынка и кризиса. Оптимизация рыночных взаимоотношений вуза с конкурирующими организациями является основной задачей эффективного управления, что приводит к необходимости моделирования и прогнозирования динамики показателей конкурентоспособности с целью анализа альтернативных стратегий развития высшего учебного заведения и выбора оптимальных сценариев его поведения на рынке. Понятие конкурентоспособности до сих пор специалистами четко не определено, и зависит от предметной области: предприятия, учебного заведения, группы компаний, отрасли, региона, сектора и т.п. Также существует ряд нерешенных задач, а именно: отсутствие универсальных математических моделей для оценки и прогноза конкурентоспособности, слабый учет скрытых закономерностей процесса конкуренции в существующих моделях, сложность автоматизации и недостаточная оперативность принятия решений, отсутствие на рынке специализированных программно-инструментальных средств управления конкурентоспособностью. Имитационное моделирование позволяет прогнозировать динамику показателей конкурентоспособности и принимать решения по выбору мероприятий для их повышения [1].

Постановка проблемы в общем виде. В процессе разработки и принятия управленческих решений лицо, принимающее решение, может использовать различные методы: информационный поиск интеллектуальный анализ данных, поиск значений в базах данных, рассуждение на основе прецедентов, имитационное моделирование, эволюционные вычисление и генетические алгоритмы, нейронные сети, ситуационный анализ, коллективное моделирование, методы искусственного интеллекта [2].

Генетический алгоритм реализует метод случайного поиска, который основан на естественном отборе – основном механизме эволюции, позволяя находить близкие к оптимальным решения задачи [3].

При использовании метода имитационного моделирования основой процедуры принятия решений является модель объекта исследования, которая может представлять собой комплекс взаимосвязанных имитационных и оптимизационных моделей с множеством динамических и информационных связей между моделями всех уровней [4]. Технология имитационного моделирования позволяет учитывать субъективные предпочтения эксперта и его опыт в вопросе принятия решения.

Системы, для которых характерны многоаспектность происходящих в них процессов и их взаимосвязанность, отсутствие достаточной количественной информации о динамике процессов, а также изменчивость характера процессов во времени, принято считать слабоструктурированными. Для исследования слабоструктурированных систем используются средства когнитивного моделирования. С целью синтеза эффективных стратегий

управления [5] к когнитивной карте применяются аналитические методы, ориентированные на исследование структуры системы и получение прогнозов её поведения при различных управляющих воздействиях.

Поиск решения на основе прецедентов заключается в определении степени сходства текущей ситуации с ситуациями прецедентов из базы правил (БП). При этом учитываются веса параметров для ситуации из БП, заданные экспертом. Степень сходства зависит от близости текущей ситуации к ситуации прецедента [6].

Аппарат нейронных сетей [7] прост в использовании и позволяет воспроизводить сложные зависимости. Используется для решения задач прогнозирования, классификации или управления.

Выбор метода для принятия эффективных управленческих решений зависит от комплекса задач, которые необходимо решить.

Целью работы является повышение эффективности принимаемых решений для повышения конкурентоспособности вуза на основе имитационного моделирования.

Изложение основных результатов исследования. Анализ научных исследований, посвященных оценке конкурентоспособности вузов, показал, что для определения конкурентного положения вуза могут использоваться различные методики и инструментарий.

Основные этапы алгоритма определения конкурентоспособности:

- определение цели оценки;
- определение видов деятельности, учитываемых при анализе;
- выбор базы сравнения;
- определение характеристик, подлежащих измерению;
- оценка выбранных характеристик;
- расчет обобщенного, интегрального показателя конкурентоспособности;
- выводы о конкурентоспособности.

Как видно из алгоритма, эффективность оценки конкурентного положения организации зависит от выбора характеристик, определения их относительной важности (веса в общей оценке, %) и оценки этих характеристик для вуза и его основных конкурентов.

Оценка конкурентоспособности может проводиться по следующим параметрам: рыночная доля, качество продукции (услуг); цена продукции (стоимость услуг); использование новых технологий; себестоимость выпускаемой продукции (предоставляемых услуг); качество менеджерской команды, новые продукты (услуги), соотношение мировых и внутренних цен; репутация организации (рейтинг) и другие.

Основным показателем конкурентоспособности является доля организации на рынке: чем выше доля рынка высшего учебного заведения, тем выше его конкурентоспособность. Доля рынка и темп роста

рынка свидетельствуют об эффективности деятельности вуза, которая проявляется в наличии спроса на образовательные услуги, которые он предоставляет. При увеличивающейся или неизменной доле организации можно сделать вывод о том, что предприятие на рынке конкурентоспособно.

Для анализа взаимовлияния факторов конкурентоспособности вуза предлагается использовать имитационную модель, которая сочетает в себе принципы системной динамики [8] и когнитивного моделирования [9]. Выбор методологий разработки определяется тем, что эффективным средством моделирования динамических управляемых систем с высоким уровнем абстракции и множеством обратных связей является аппарат системной динамики. Когнитивный подход дает возможность синхронизации изменений значений параметров и анализа влияния параметров модели друг на друга. Для разработки модели выбрана система AnyLogic, объединяющая возможности создания гибридных моделей на основе моделей системной динамики, дискретно-событийных моделей и агентного подхода [10].

Рассмотрим процесс оценки конкурентоспособности вуза как динамическую систему с дискретным отображением. Математическая модель такой системы определяется вектором состояний системы $x = (x_0, x_1, x_2, \dots, x_n)$, где $x_i = x(t_i)$ – состояние системы в момент времени t_i , t_i – дискретное время, $i = 0, 1, 2, \dots, n$; а также оператором

эволюции Φ , который задает соответствие между состоянием системы x_i и ее состоянием x_{i+1} . x_i – точка фазового пространства, координатами которой являются значения параметров системы в момент времени t_i .

Начальное состояние системы $x_0 = x(t_0)$. Изменение состояния системы описывается соотношением $x_{i+1} = \Phi(x_i)$.

Состояние исследуемой системы может быть описано с помощью классических подходов теории систем, в частности, когнитивного моделирования (рис. 1). Когнитивная модель сложной, слабоструктурированной системы представляется функциональным графом, вершинами которого служат основные факторы (концепты), а дуги – это связи взаимного влияния факторов друг на друга.

Для разработки шкал признаков используется метод, основанный на задании опорных точек – максимального и минимального значения признака – и получении новых значений шкалы методом деления отрезка пополам с интерпретацией средней точки в предметной области. В результате выполнения этой процедуры получаем линейно упорядоченную шкалу множества лингвистических значений, элементы которого отображаются на отрезок числовой оси $[0; 1]$. Для каждого лингвистического значения на отрезке числовой оси $[0; 1]$ определена точка и ее окрестность, имеющая ту же лингвистическую интерпретацию.

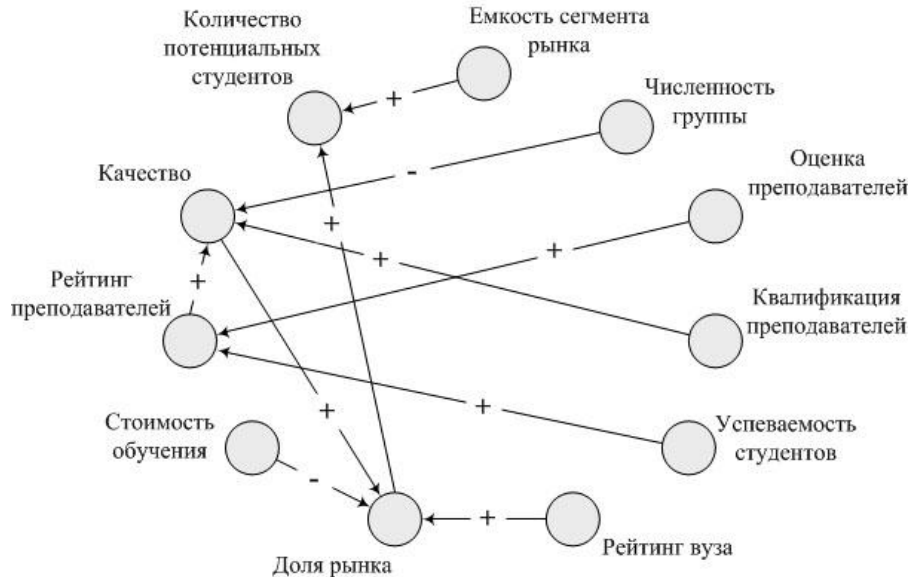


Рис. 1 – Когнитивная карта для оценки конкурентоспособности вуза

На основе ситуационной модели можно решать два типа задач:

- прямую (определение степени изменения результирующих факторов при изменении исходных);
- обратную (определение необходимой величины изменения исходных факторов для получения целевого значения результирующих факторов).

Анализ когнитивной карты позволяет выявить структуру проблемы (системы), найти наиболее

значимые факторы, влияющие на нее, оценить воздействие факторов (показателей) друг на друга. Если в когнитивной карте выделены целевые и входные концепты, на которые можно воздействовать, то круг решаемых задач включает оценку достижимости целей, разработку сценариев и стратегий управления, поиск управленческих решений [11].

Для определения параметров моделируемой системы воспользуемся принципом Парето [12], который говорит о том, что из множества влияющих на результат факторов только небольшая часть является значимыми. Так как определяющим показателем конкурентного положения вуза является доля рынка и, как следствие, количество потенциальных студентов, выделим ключевые показатели, которые оказывают на этот параметр наибольшее влияние: стоимость обучения, качество, рейтинг вуза.

Качество предоставляемых услуг определяется значениями многих факторов, из которых самыми важными являются: квалификация преподавателей, рейтинг преподавателей, количество студентов в группе. Рейтинг преподавателей – параметр, зависящий от среднего значения успеваемости студентов и средней оценки преподавателей, которая получена по результатам анкетирования студентов [13]. Оперативная оценка конкурентоспособности, на базе которой возможно не только оценивать деятельность вуза, но и разрабатывать конкретные мероприятия по повышению его конкурентоспособности, возможна на основе использования различных подходов имитационного моделирования. Для разработки стратегий управления, поиска управленческих

решений необходима модель, которая будет отражать взаимовлияние факторов в динамике.

Можно выделить следующие условия применения имитационных моделей:

- в случаях, когда не существует законченной математической постановки данной задачи;
- аналитические методы имеются, но очень сложны и трудоемки, а имитационное моделирование дает более простой способ решения;
- аналитические решения имеются, но их реализация невозможна из-за недостаточной подготовки имеющегося персонала;
- кроме оценки определенных параметров необходимо осуществлять наблюдение за ходом процесса в течение определенного периода;
- имитационное моделирование может быть единственным возможным вследствие трудности постановки эксперимента и наблюдения явлений в реальных условиях;
- может понадобиться сжатие шкалы времени (как замедление, так и ускорение).

Модель взаимовлияния факторов конкурентоспособности вуза (рис. 2) представляет собой динамическую систему, которая определяется множеством параметров и множеством прямых и обратных связей между ними.

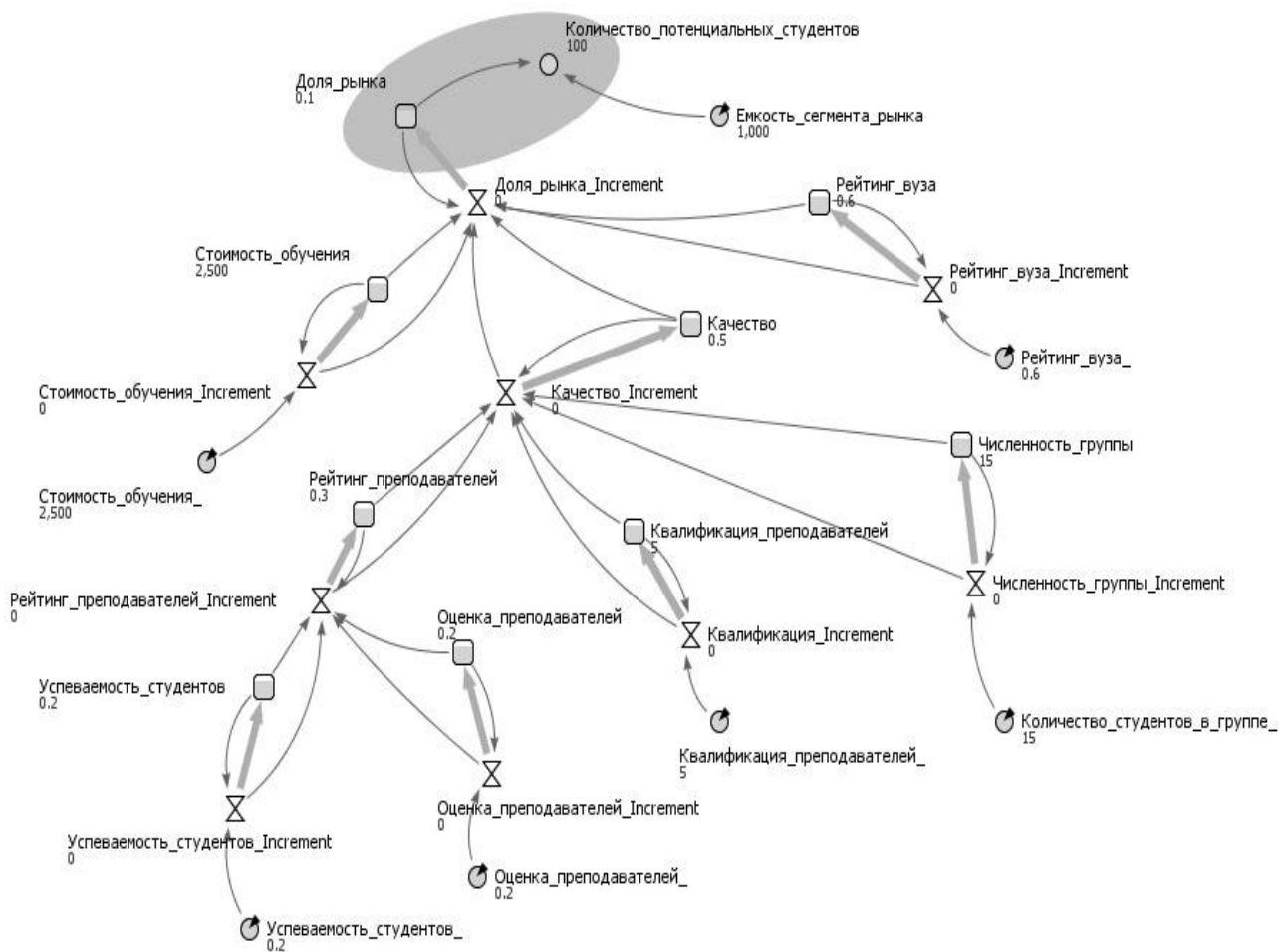


Рис. 2 – Модель влияния факторов конкурентоспособности на долю рынка вуза

Введем следующие обозначения для переменных модели взаимовлияния факторов конкурентоспособности:

MCP (емкость_сегмента_рынка) – общее количество потенциальных студентов того направления, по которому вуз готовит специалистов, чел./год;

CP (доля_рынка) – доля вуза в общем количестве студентов того направления, по которому вуз готовит специалистов на момент времени t (нормированная величина, оценивается в диапазоне $[0;1]$), %;

PS (количество_потенциальных_студентов) – количество потенциальных студентов вуза, чел.;

CE (стоимость_обучения) – стоимость обучения за единицу времени, RMB/год;

Q (качество) – качество обучения (нормированная величина, оценивается в диапазоне $[0;1]$), баллы;

RU (рейтинг_вуза) – рейтинг вуза в данном сегменте рынка (нормированная величина, оценивается в диапазоне $[0;1]$), баллы;

RL (рейтинг_преподавателей) – среднее значение рейтинга преподавательского состава (нормированная величина, оценивается в диапазоне $[0;1]$), баллы;

QL (квалификация_преподавателей) – уровень квалификации преподавательского состава (нормированная величина, оценивается в диапазоне $[1;10]$), баллы;

NS (численность_группы) – количество студентов в группе одного преподавателя, чел.;

SM (успеваемость_студентов) – средняя оценка успеваемости студентов (нормированная величина, оценивается в диапазоне $[0;1]$), баллы;

RLS (оценка_преподавателей) – средняя оценка преподавательского состава, полученная в результате анкетирования студентов (нормированная величина, оценивается в диапазоне $[0;1]$), баллы.

При проведении экспериментов сценарного анализа с имитационной моделью значения входных переменных CE , RU , QL , NS , SM , RLS можно изменять, задавая с помощью слайдеров значения соответствующих целевых параметров $CE_$, $RU_$, $QL_$, $NS_$, $SM_$, $RLS_$.

Изменяя параметры $CE_$, $RU_$, $QL_$, $NS_$, $SM_$, $RLS_$ в режиме простого эксперимента, можно анализировать последствия возможных проектных решений.

Состояние моделируемой системы x_0 в момент времени t_0 определяется начальными значениями множества параметров:

$$\left\{ MCP_0, CP_0, PS_0, Q_0, RL_0, CE_0, RU_0, QL_0, NS_0, SM_0, RLS_0, CE_{-0}, RU_{-0}, QL_{-0}, NS_{-0}, SM_{-0}, RLS_{-0} \right\}.$$

Начальные значения параметров, которые заданы в модели, определяют долю рынка и количество потенциальных студентов Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова в г. Чжецзян (Китай):

$$MCP_0 = 1\ 000 \text{ чел.},$$

$$CP_0 = 0.1 \%,$$

$$PS_0 = 100 \text{ чел.},$$

$$CE_0 = 2\ 500 \text{ RMB/год},$$

$$Q_0 = 0.5 \text{ балла},$$

$$RU_0 = 0.6 \text{ балла},$$

$$RL_0 = 0.3 \text{ балла},$$

$$QL_0 = 0.5 \text{ балла},$$

$$NS_0 = 15 \text{ чел.},$$

$$SM_0 = 0.2 \text{ балла},$$

$$RLS_0 = 0.2 \text{ балла}.$$

Математическая модель представляет собой систему уравнений:

$$\begin{cases} CE_{i+1} = CE_{-i}; & RU_{i+1} = RU_{-i}; & QL_{i+1} = QL_{-i}; \\ NS_{i+1} = NS_{-i}; & SM_{i+1} = SM_{-i}; & RLS_{i+1} = RLS_{-i} \\ \frac{CP_{i+1}}{CP_i} = \phi_1(CE_i, CE_{i+1}, Q_i, Q_{i+1}, RU_i, RU_{i+1}) \\ \frac{Q_{i+1}}{Q_i} = \phi_3(QL_i, QL_{i+1}, RL_i, RL_{i+1}, NS_i, NS_{i+1}) \\ \frac{RL_{i+1}}{RL_i} = \phi_4(SM_i, SM_{i+1}, RLS_i, RLS_{i+1}) \\ PS_{i+1} = \phi_2(CP_{i+1}, MCP_0) \end{cases} \quad (1)$$

Совокупность отображений $\{\phi_1, \phi_2, \phi_3, \phi_4\}$ является оператором эволюции Φ , который задает соответствие между состоянием системы x_i и ее состоянием x_{i+1} .

$$\begin{cases} CE_{i+1} = CE_{-i}; & RU_{i+1} = RU_{-i}; & QL_{i+1} = QL_{-i}; \\ NS_{i+1} = NS_{-i}; & SM_{i+1} = SM_{-i}; & RLS_{i+1} = RLS_{-i} \\ \frac{CP_{i+1}}{CP_i} = (1 - k_1) \cdot \frac{CE_{i+1} - CE_i}{CE_i} + k_2 \cdot \frac{Q_{i+1} - Q_i}{Q_i} + k_3 \cdot \frac{RU_{i+1} - RU_i}{RU_i} \\ \frac{Q_{i+1}}{Q_i} = (1 - k_4) \cdot \frac{NS_{i+1} - NS_i}{NS_i} + k_5 \cdot \frac{QL_{i+1} - QL_i}{QL_i} + k_6 \cdot \frac{RL_{i+1} - RL_i}{RL_i} \\ \frac{RL_{i+1}}{RL_i} = (1 + k_7) \cdot \frac{SM_{i+1} - SM_i}{SM_i} + k_8 \cdot \frac{RLS_{i+1} - RLS_i}{RLS_i} \\ PS_{i+1} = CP_{i+1} \cdot MCP_0 \end{cases} \quad (2)$$

Значения коэффициентов $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6, k_7, k_8$ в системе уравнений (2) характеризуют силу влияния фактора причины на фактор следствия [14] и определяются методами экспертных оценок.

Выводы и перспективы дальнейших исследований в данном направлении.

1. Выделены основные показатели, влияющие на оценку конкурентного положения вуза на рынке образовательных услуг.

2. Определены взаимосвязи между факторами путем рассмотрения причинно-следственных цепочек (построена когнитивная карта в виде ориентированного графа).

3. Разработана системно-динамическая имитационная модель, которая дает возможность сделать прогноз относительно количества потенциальных студентов и доли рынка уже на этапе проектирования образовательных услуг.

4. Применение предложенного подхода и разработанной модели позволяет повысить эффективность оценки конкурентного положения вуза на рынке образовательных услуг на основании анализа влияния показателей конкурентоспособности друг на друга.

5. Дальнейшие исследования необходимо направить на проведение экспериментов с предложенной имитационной моделью с целью анализа последствий принимаемых управленческих решений.

Список литературы

1. Кошкин К. В., Возный А. М., Кнырик Н. Р. Принятие решений при реализации IT проектов на основе имитационного моделирования // Вісник НТУ «ХПІ». Сер. Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. X., 2016. № 2 (1174). С. 12–16.
2. Логунова Е. А. Математические модели систем поддержки принятия решений // Физико-математические науки и информационные технологии: проблемы и тенденции развития: сб. ст. по матер. IV междунар. науч.-практ. конф. Новосибирск: СибАК, 2012.
3. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский П. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. 2-е изд. М.: Горячая линия – Телеком, 2008. 452 с.
4. Лычкина Н. Н. Современные технологии имитационного моделирования и их применение в информационных бизнес-системах и системах поддержки принятия решений. URL: http://it-claim.ru/Library/Books/SC/articles/sovremennye_tehnologii_immitacionnogo/sovremennye_tehnologii_immitacionnogo.html.
5. Авдеев З. К., Коврига С. В., Макаренко Д. И. Когнитивное моделирование и решение задач управления слабоструктурированными системами (ситуациями) // Управление большими системами. Вып. 16. М.: ИПУ РАН, 2007.
6. Варшавский П. Р. Механизмы правдоподобных рассуждений на основе прецедентов (накопленного опыта) для систем экспертной диагностики // 11-я национальная конференция КИИ-2008: Труды конференции. М: Ленанд, 2008. Т. 2. С. 321–329.
7. Борисов В. В., Федулов А. С. Нечеткие модели и сети. М.: Горячая линия - Телеком, 2007. 284 с.
8. Forrester J. *Urban Dynamics*. Cambridge : MIT Press, 1969. 299 p.
9. Axelrod R. *The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites*. Princeton. University Press. 1976.
10. Многоподходное имитационное моделирование URL: <http://www.anylogic.ru/>.
11. Федулов А. С. Нечеткие реляционные когнитивные карты // Теория и системы управления. 2005. № 1. С. 120–132.
12. Richard K. *The 80/20 Principle: The Secret of Achieving More with Less*. Nicholas Brealey, 1997. 302 p.
13. Рыжков А. С. Оценка качества преподавания как элемент управления совместным международным образовательным проектом // ScienceRise [S.I.]. 2017. Vol. 3. P. 51 – 59. URL: <http://journals.uran.ua/sciencise/article/view/95710/92797>
14. Создание и развитие конкурентоспособных проектно-ориентированных наукоёмких предприятий: монография /

В. Н. Бурков, С. Д. Бушуев, А. М. Возный [и др.]. Николаев: издатель Торубара Е. С., 2011. 260 с.

Bibliography (transliterated):

1. Koshkin K. V., Voznyy A. M., Knyrik N. R. Prynyatyte reshenyy pry realyzatsyy IT proektov na osnove ymytatsyonnoho modelyrovannya [Decision-making for the implementation of IT projects based on simulation]. *Visnyk NTU «KHP»*. Ser. *Stratehichne upravlinnya, upravlinnya portfelyamy, prohramamy ta proektamy* [Bulletin of the NTU "KhPI". Ser. Strategic management, portfolio management, programs and projects]. Kharkov: NTU "KhPI", 2016, vol. 2.
2. Lohunova, E. A. Matematycheskye modely system podderzhky prynyatyaya reshenyy [Mathematical models of decision support systems]. *Fyzyko-matematycheskye nauky y ynfarmatsyonnye tekhnolohyy: problemy y tendentsyy razvytyya: sb. st. po mater. IV mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Physics and mathematics and information technologies: problems and development trends: coll. art. by mater. IV Intern. scientific-practical. conf]. Novosybyrsk: SybAK, 2012.
3. Rutkovskaya D. M. Pyl'n'skyu and P. Rutkovskyy. *Neyronnye sety, henetycheskye alhorytmy y nechetye systemy*. 2-e yzd. [Neural networks, genetic algorithms and fuzzy systems. 2nd ed.]. Horyachaya lynyya, Telekom, 2008.
4. Lychkyn N. N. *Sovremennyye tekhnolohyy ymytatsyonnoho modelyrovannya y ykh pryomenenyye v ynfarmatsyonnykh byznes-systemakh y systemakh podderzhky prynyatyaya reshenyy* [Modern technologies of simulation and their application in information business systems and decision support systems]. Available at : http://it-claim.ru/Library/Books/SC/articles/sovremennye_tehnologii_immitacionnogo/sovremennye_tehnologii_immitacionnogo.html.
5. Avdeev Z. K., Kovryha S. V., Makarenko D. Y. *Kohnytyvnoe modelyrovanye y reshenyye zadach upravlenyya slabostrukturyrovannyy systemamy (sytuatsyyamy)* [Cognitive modeling and solving problems of managing weakly structured systems (situations)]. *Upravlenyye bol'shymy systemamy* [Managing large systems]. M.: YPU RAN, 2007, vol. 16.
6. Varshavskyy P. R. Mekhanyzmy pravdopodobnykh rassuzhdenyy na osnove pretsedentov (nakoplennoho opyta) dlya system ekspertnoy dyahnostyky [Mechanisms of plausible reasoning based on precedents (accumulated experience) for expert diagnosis systems]. *11-ya natsyonal'naya konferentsyya KYI-2008* [11th National Conference KII-2008: Proceedings of the Conference]. M: Lenand, 2008, vol. 2.
7. Borysov V. V., Fedulov A. S. *Nechetye modely y sety* [Fuzzy models and networks]. M.: Horyachaya lynyya, Telekom, 2007.
8. Forrester J. *Urban Dynamics*. Cambridge: MIT Press, 1969.
9. Axelrod R. *The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites*. Princeton. University Press. 1976.
10. *Mnopolykhodnoe ymytatsyonnoe modelyrovanye: ofytsyal'nyy sayt razrabotchyka* [Multi-approach simulation simulation]. Available at : <http://www.anylogic.ru/>.
11. Fedulov A. S. *Nechetye relyatsyonnye kohnytyvnye karty* [Fuzzy relational cognitive maps]. *Teoryya y systemy upravlenyya* [Theory and control systems]. 2005, no. 1, pp. 120–132.
12. Richard K. *The 80/20 Principle: The Secret of Achieving More with Less*. Nicholas Brealey, 1997.
13. Ryzhkov A. S. Otsenka kachestva prepodavannya kak element upravlenyya sovmeystnym mezhdunarodnym obrazovatel'nyim proektom [Quality assessment of teaching as an element of management of a joint international educational project]. *ScienceRise*. 2017, vol. 3. Available at : <http://journals.uran.ua/sciencise/article/view/95710/92797>.
14. Burkov V. N., et al. *Sozdanye y razvytye konkurentosposobnykh proektno-oryentyrovannykh naukoemkykh predpryyaty* [Creation and development of competitive project-oriented science-intensive enterprises: monograph]. Nikolaev: izdatel' Torubara E. S., 2011.

Поступила (received) 05.12.2017

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Книрик Катерина Олегівна (Кнырик Катерина Олеговна, Knyrik Kateryna Olegivna) – аспірантка кафедри інформаційних управляючих систем та технологій Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, тел.: +38 (093) 819-66-54, e-mail: katrin010692@gmail.com. ORCID: 0000-0001-8434-4035.

Кошкін Костянтин Вікторович (Koшkin Konstantyn Viktorovich, Koshkin Kostyantyn Viktorovich) – доктор технічних наук, професор, директор Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та управління проектами Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, тел.: +38 (067) 515-22-92, e-mail: kkoshkin@ukr.net. ORCID: 0000-0003-2545-1388.

Нікітін Павло Володимирович (Nikitin Pavlo Volodymyrovych) – кандидат економічних наук, доцент, Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ, доцент кафедри судноводіння та керування судном, тел.: +38 (068) 035-06-99, e-mail: uapsua@ukr.net. ORCID: 0000-0002-4128-1959.

Рижков Олександр Сергійович (Ryzhkov Oleksandr Serhiyovych) – кандидат технічних наук, доцент, проректор Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, тел.: +38 (063) 159-63-36, e-mail: oleksandr.ryzhkov@nuos.edu.ua. ORCID: 0000-0003-0535-7722.