

ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ

УДК 005.8

DOI: 10.15587/2313-8416.2017.109020

ОЦЕНКА УРОВНЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА КОРАБЛЕСТРОЕНИЯ В Г. ЧЖОУШАНЬ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ С ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛЬЮ

© Н. Р. Кнырик, К. В. Кошкин, А. С. Рыжков, Р. С. Рыжков

Проведен ряд экспериментов с имитационной моделью взаимовлияния факторов конкурентоспособности, реализующих различные сценарии принятия проектных решений, направленных на балансировку значений ключевых показателей положения Национального университета кораблестроения на рынке образовательных услуг Китая. Начальное состояние моделируемой системы было определено значениями параметров, которые определяют долю рынка и количество потенциальных студентов в г. Чжоушань

Ключевые слова: управление проектами, имитационная модель, управление знаниями, моделирование, системы образования

1. Введение

Одной из основных задач эффективного управления вуза является оптимизация рыночных взаимоотношений с конкурирующими организациями. Для анализа альтернативных стратегий развития высшего учебного заведения и выбора оптимальных сценариев его поведения на рынке необходимы механизмы, которые позволяют моделировать и прогнозировать динамику показателей конкурентоспособности. 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].

2. Обзор литературы

Для принятия грамотных и научно обоснованных управленческих решений по управлению конкурентоспособностью вуза необходимо учитывать

множество факторов, оказывающих существенное влияние на процесс управления, качество принимаемых решений и результаты. Процесс разработки и принятия управленческих решений может быть основан на информационном поиске интеллектуального анализа данных, рассуждениях на базе прецедентов, имитационном моделировании, эволюционных вычислениях и генетических алгоритмах, нейронных сетях, ситуационном анализе, коллективном моделировании, методах искусственного интеллекта, поиске значений в базах данных [2].

В основе генетических алгоритмов лежит метод случайного поиска, который реализован по принципу естественного отбора – основного механизма эволюции [3].

Основой процедуры принятия решений при использовании метода имитационного моделирования является модель объекта исследования. Эта модель может представлять собой множество взаимосвязанных имитационных и оптимизационных моделей с большим количеством динамических и информационных связей между элементами всех уровней [4]. Эксперт детализирует проблему, с помощью модели осуществляет генерацию альтернатив, постановку направленного вычислительного эксперимента на имитационной модели, выбор и ранжирование критериев. Технология имитационного моделирования позволяет учитывать опыт эксперта и его субъективные предпочтения в вопросах принятия решений.

Для исследования слабоструктурированных систем используются средства когнитивного моделирования. Слабоструктурированными принято называть системы, для которых характерны многоаспект-

ность происходящих в них процессов и их взаимосвязанность, отсутствие достаточной количественной информации о динамике процессов, а также изменчивость характера процессов во времени. В когнитивной модели информация о системе представляется в виде набора понятий и связывающей их причинно-следственной сети (когнитивной карты), которая отражает субъективные представления эксперта о законах и закономерностях, присущих моделируемой системе. Для разработки 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].

Эффективным средством для решения задач прогнозирования, классификации или управления является аппарат нейронных сетей [7]. Он позволяет воспроизводить сложные зависимости.

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

3. Цель и задачи исследований

Целью исследования является повышение точности оценки уровня конкурентоспособности вуза на основе имитационного моделирования.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Провести эксперименты анализа чувствительности, позволяющие определить влияние исходных гипотез и значений ключевых параметров на выходные показатели модели взаимовлияния факторов конкурентоспособности в условиях неопределенности.

2. Провести ряд экспериментов с имитационной моделью взаимовлияния факторов конкурентоспособности на рынке образовательных услуг г. Чжоушань, которые реализуют альтернативные сценарии управленческих решений.

4. Разработка сценариев экспериментов с использованием имитационной модели взаимовлияния факторов конкурентоспособности

Методология имитационного моделирования позволяет осуществлять эффективный анализ и управление структурой, которая одновременно содержит элементы непрерывного и дискретного действия, подвержена влиянию многочисленных случайных факторов, описывается громоздкими соотношениями [8]. При разработке моделей используются различные комбинации принципов имитационного [9], когнитивного моделирования [10], а также сети Петри [11]. Использование в качестве основного инструмента метода системной динамики обусловлено сложностью выбора стратегической альтернативы в

динамически развивающейся ситуации, в условиях внешней и внутренней неопределенности [12].

Применение разных методов моделирования дает возможность лицу принимающему решение:

- использовать многоцелевые критерии при разработке и исследовании модели;

- проводить всесторонний анализ большого количества альтернатив и выбирать вариант, который соответствует выбранным критериям;

- исследовать динамические ситуации, когда параметры системы и среды меняются в процессе реализации проектов;

- исследовать влияние особенностей структурной организации и контуров обратной связи на поведение системы;

- интерпретировать системные потоковые диаграммы, что дает возможность принимать согласованные решения;

- использовать имитационные модели как инструмент для проведения большого количества экспериментов множества типа «что-если»;

- проводить сценарные исследования на имитационных моделях.

Для разработки модели взаимовлияния факторов конкурентоспособности вуза (рис. 1) использована система AnyLogic [13].

Начальное состояние моделируемой системы определено значениями параметров, которые определяют долю рынка и количество потенциальных студентов Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова в г. Чжоушань, Китай:

- общее количество потенциальных студентов того направления, по которому вуз готовит специалистов (Capacity_of_the_market_segment) 2500 чел./год;

- доля вуза в общем количестве студентов того направления, по которому вуз готовит специалистов на момент времени t , (нормированная величина, оценивается в диапазоне [0;1]) (Market_share) 0.011 %;

- количество потенциальных студентов вуза (Number_of_potential_students) 28 чел.;

- стоимость обучения за единицу времени (Cost_of_education) 3200 RMB/год;

- качество обучения, нормированная величина, оценивается в диапазоне [0;1] (Quality) 0.45 балла;

- рейтинг вуза в данном сегменте рынка, нормированная величина, оценивается в диапазоне [0;1] (University_rating) 0.5 балла;

- среднее значение рейтинга преподавательского состава, нормированная величина, оценивается в диапазоне [0;1] (Rating_of_teachers) 0.25 балла;

- уровень квалификации преподавательского состава, нормированная величина, оценивается в диапазоне [1;10] (Qualifications_of_teachers) 4 балла;

- количество студентов в группе одного преподавателя (Number_of_the_group) 15 чел.;

- средняя оценка успеваемости студентов, нормированная величина, оценивается в диапазоне [0;1] (Students_academic_performance) 0.2 балла;

- средняя оценка преподавательского состава, полученная в результате анкетирования студентов, нормированная величина, оценивается в диапазоне [0;1] (Evaluation_of_teachers) 0.2 балла.

Эксперименты анализа чувствительности помогают оценить чувствительность результатов моделирования Capacity_of_the_market_segment и Market_share от входных параметров модели. Выполняется несколько «прогонов» модели при изменении значения одного из параметров, и показывается, как результаты моделирования зависят от этих изменений.

Эксперимент с варьированием параметров и анализом реакции модели помогает оценить, насколько чувствительным является выдаваемый моделью прогноз к изменению гипотез, лежащих в основе модели. При анализе чувствительности рекомендуется выполнять изменение значений факторов по отдельности, что позволяет ранжировать их влияние на результирующие показатели.

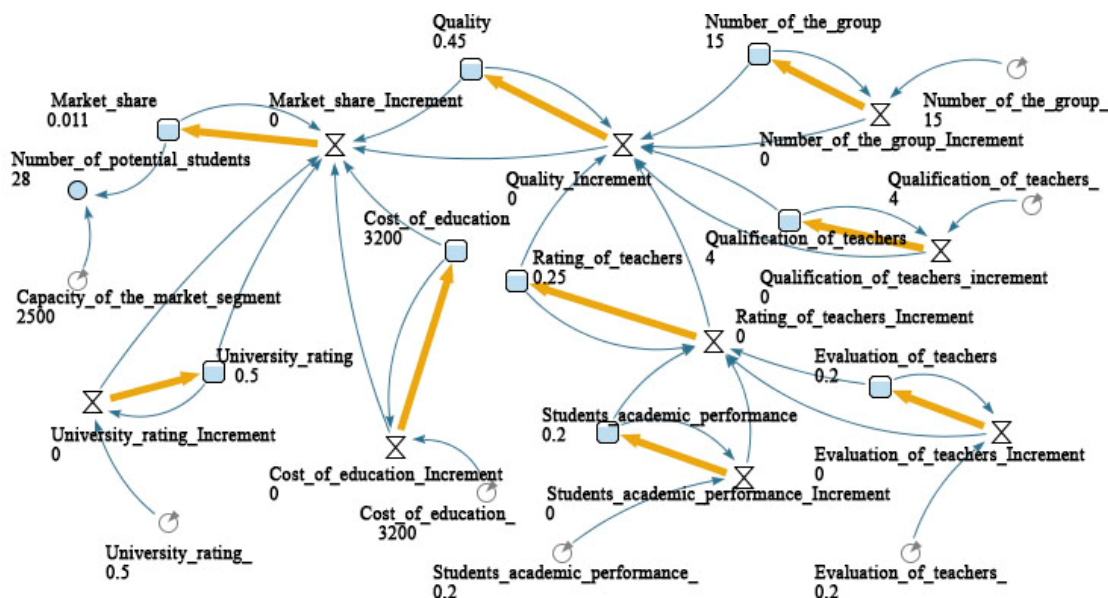


Рис. 1. Модель влияния факторов конкурентоспособности на долю рынка вуза

Исследование чувствительности позволяет определить стратегию планирования экспериментов на имитационной модели. Если модель оказывается малочувствительной по какой-либо компоненте вектора параметров модели $x_i, i = \overline{1, n}$, то ее не включают в план имитационного эксперимента, при этом достигается экономия ресурса времени моделирования. Величины параметров систематически варьируются в некоторых пределах $(\underline{x}, \overline{x})$ и наблюдается влияние этих вариаций на характеристики системы. Если при незначительных изменениях величин некоторых параметров результаты меняются очень сильно, то необходимо проведение дополнительных исследований с целью получения более точных оценок. И наоборот, если конечные результаты при изменении величин параметров в широких пределах не изменяются, то дальнейшее экспериментирование в этом направлении неоправданно.

При проведении экспериментов анализа чувствительности модели взаимовлияния факторов конкурентоспособности ко всем входным параметрам можно проанализировать влияние ключевых показателей на вектор выходных параметров.

Графики на рис. 2 иллюстрируют чувствительность показателя количества потенциальных студентов к изменению параметров «Cost_of_education» и «University_rating».

Анализ чувствительности поможет также внести коррективы в разрабатываемую модель. Например, перейти от использования закона распределения к использованию среднего значения переменной, а

некоторые подсистемы или процессы не детализировать. И наоборот, анализ чувствительности может показать, какие части модели было бы полезно разработать более детально.

Для оценки чувствительности введем для элементов модели следующие обозначения: $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ – вектор входных данных, $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$ – вектор выходных данных. По каждому входному параметру $x_i, i = \overline{1, n}$ определяется интервал изменения $(\underline{x}_i, \overline{x}_i)$, \underline{x}_i – нижнее граничное значение, \overline{x}_i – верхнее граничное значение параметра. Остальные компоненты вектора X не изменяются. Проведем модельные эксперименты и для пары $(\underline{x}_i, \overline{x}_i)$ получим вектор откликов модели $\{(y_j^i, \overline{y}_j^i)\}, j = \overline{1, m}$, где $y_j^i = A(\underline{x}_i), \overline{y}_j^i = A(\overline{x}_i), j = \overline{1, m}$, A – оператор, который отображает множество входных параметров во множество выходных. Для оценки чувствительности можно использовать как абсолютные значения, так и относительные. В последнем случае вычислим вектор приращений параметров:

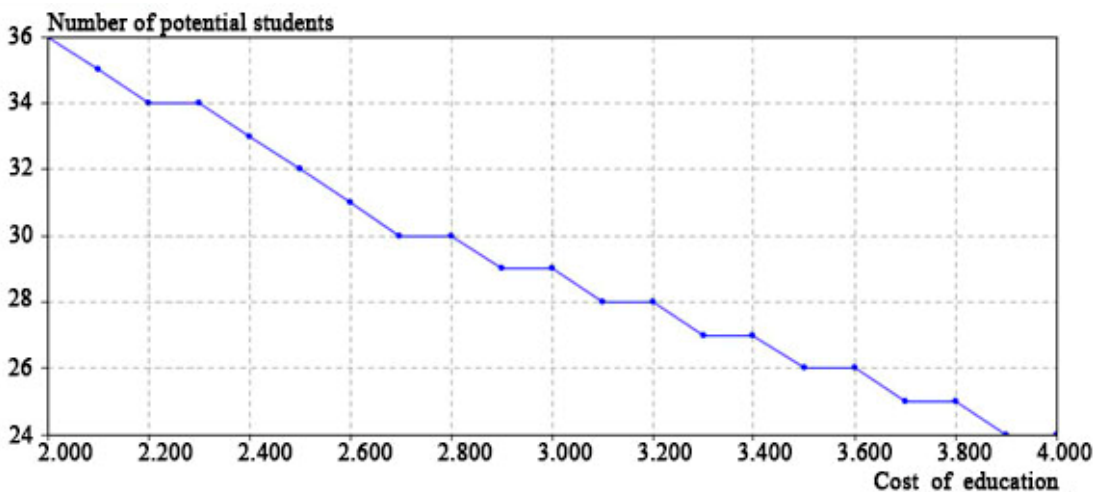
$$\Delta x_i = \frac{(\overline{x}_i - \underline{x}_i)^2}{(\underline{x}_i + \overline{x}_i)} \cdot 100 \%, i = \overline{1, n}.$$

Каждому приращению входного параметра $\Delta x_i, i = \overline{1, n}$ будет соответствовать вектор приращений выходных факторов:

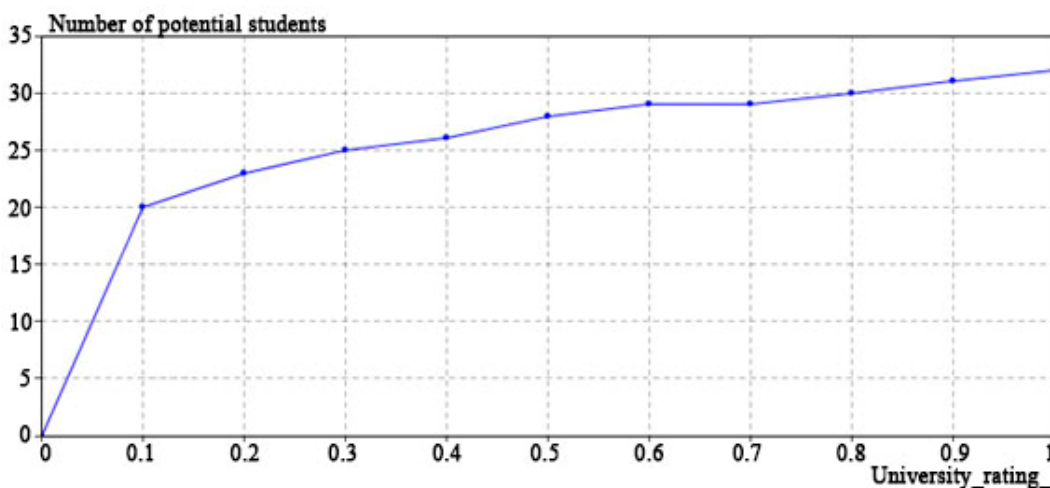
$$\Delta y_j^i = \frac{(\overline{y_j^i} - \underline{y_j^i})^2}{(\overline{y_j^i} + \underline{y_j^i})} \cdot 100\%, j = \overline{1, m}$$

Чувствительность модели по *i*-ой компоненте вектора входных параметров *X* определим парой значений $(\Delta x_i, \Delta y^i)$, где $\Delta y^i = \max_{j=1}^m \{\Delta y_j^i\}$.

Чувствительность имитационной модели представляется величиной минимального приращения выбранного критерия качества, вычисляемого по статистикам моделирования, при последовательном варьировании параметров моделирования на всем диапазоне их изменения.



a



б

Рис. 2. Анализ чувствительности количества потенциальных студентов к изменению параметров: а – Cost_of_education_; б – University_rating_

Для проведения сценарного анализа, для входных переменных определяются параметры, задающие их целевые (необходимые) значения. В нашем случае к ним относятся: «Cost_of_education_», «Number_of_the_group_», «University_rating_», «Qualifications_of_teachers_», «Students_academic_performance_», «Evaluation_of_teachers_».

Изменяя эти параметры в режиме простого эксперимента, можно анализировать последствия возможных проектных решений.

Так, например, при заданных значениях параметров количество потенциальных студентов НУК им. адмирала Макарова составляет 28 человек (доля рынка – 0,011 %, емкость сегмента рынка – 2500 человек).

Если под влиянием объективных факторов необходимо повысить стоимость обучения до 4000 RMB/год, то произойдет снижение конкурентоспособности вуза: доля рынка уменьшится до 0,01 %, а количество потенциальных студентов в г. Чжоушань составит примерно 24 человека (рис. 3).

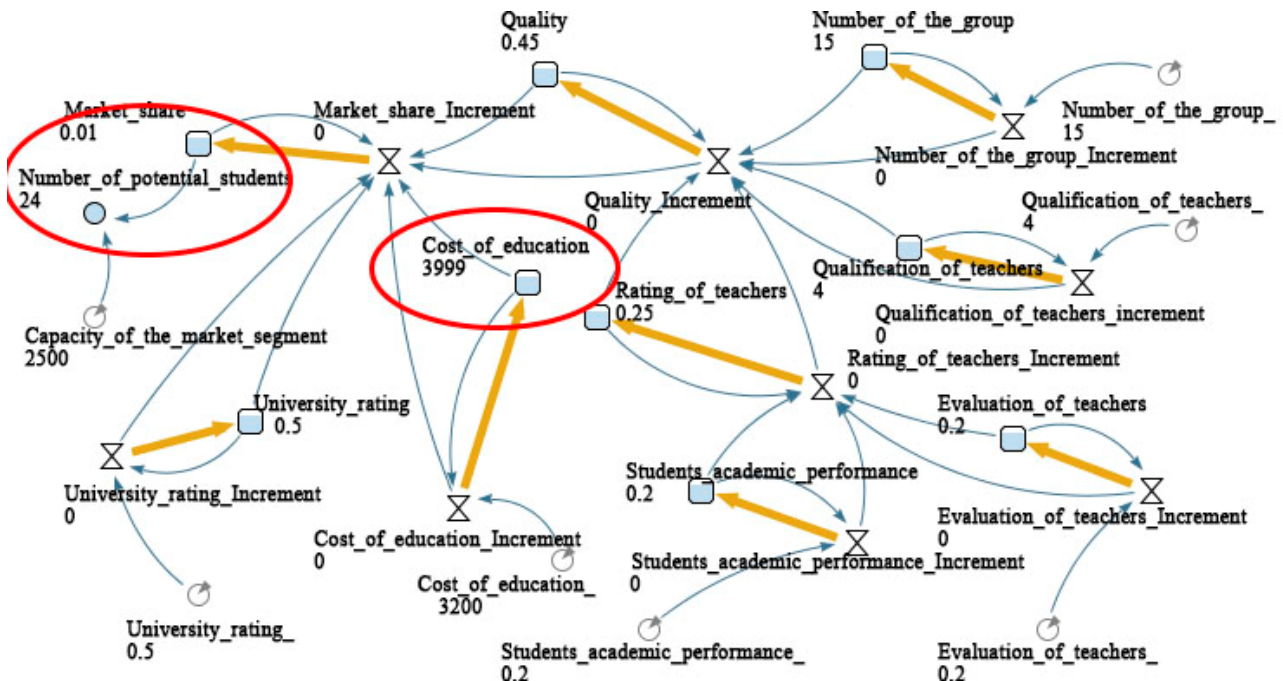


Рис. 3. Параметры модели при увеличении стоимости обучения до 4 000 RMB/год

На рис. 4, 5 представлены результаты двух экспериментов, на основании которых можно проанализировать последствия управленческих решений:

- компенсация возросшей стоимости обучения за счет повышения квалификации преподавателей;
- компенсация возросшей стоимости обучения за счет уменьшения количества студентов в группе.

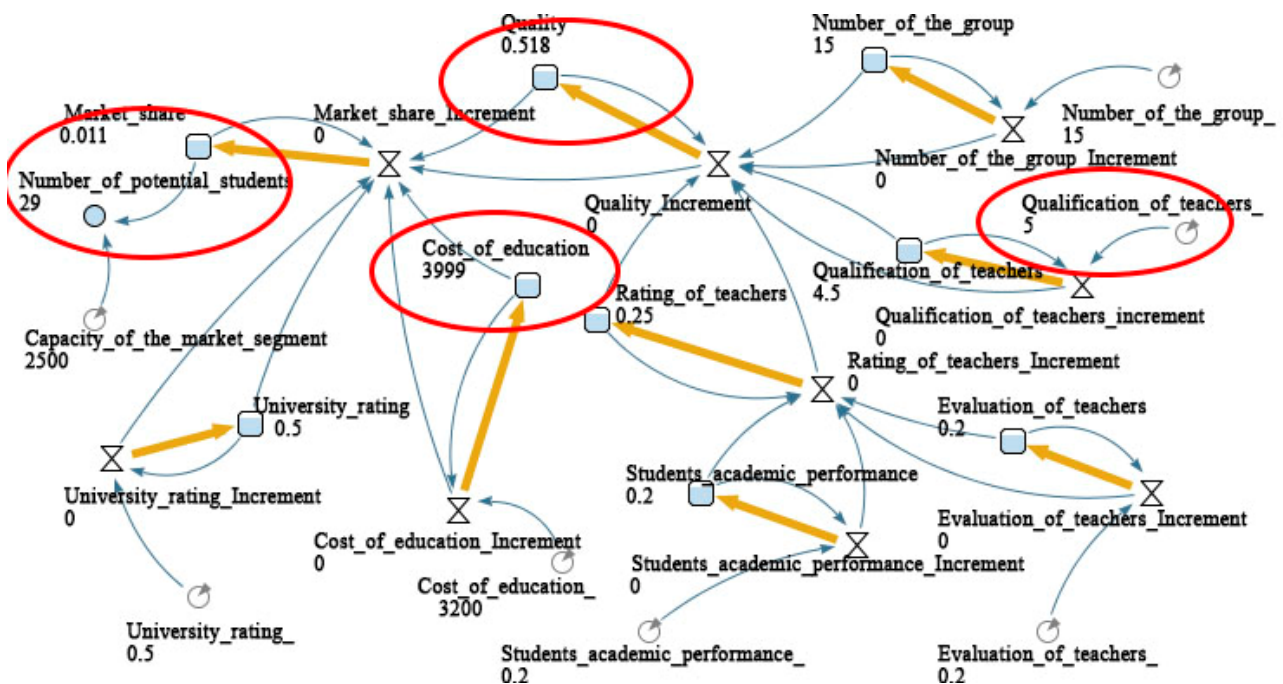


Рис. 4. Компенсация возросшей стоимости обучения за счет повышения квалификации преподавателей

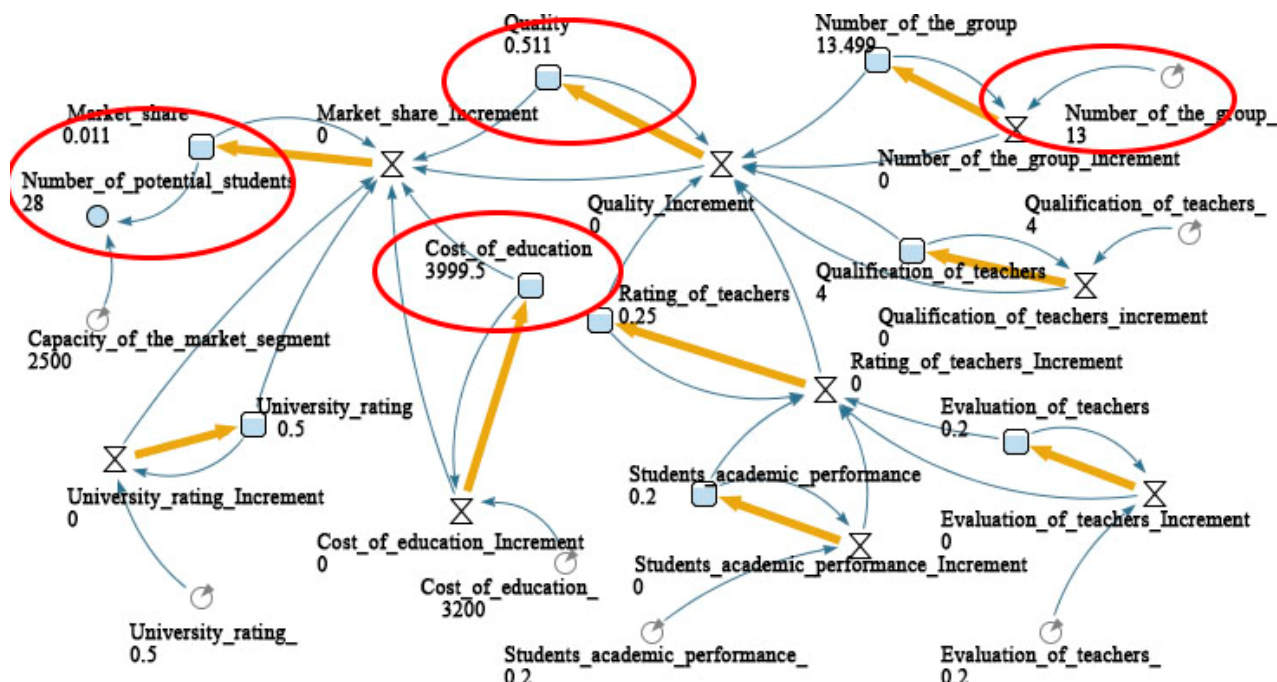


Рис. 5. Компенсация возросшей стоимости обучения за счет уменьшения количества студентов в группе

После увеличения значения параметра «Cost_of_education_» в модели можно компенсировать последствия и вернуться к первоначальному значению доли рынка =0,011 % повысив качество обучения за счет привлечения более квалифицированных преподавателей. Параметр «Qualifications_of_teachers_» – нормированная величина, оценивается в баллах в диапазоне [1, 10]. Значение этого параметра в эксперименте было изменено с 4 до 5 баллов. При определении значения этого параметра учитывается научная степень, ученое звание, стаж педагогической работы преподавателей. Результатом такого решения будет повышение качества обучения: значение параметра «Quality» увеличиться с 0.45 до 0.518 баллов.

Альтернативный вариант решения – повысить качество обучения за счет уменьшения количества студентов в группе с 15 до 13 человек. При этом доля

рынка составит 0,011 %, и количество потенциальных студентов не изменится.

При увеличении показателя качества обучения, например, в том случае, если улучшилась успеваемость студентов и, как следствие, рейтинг преподавателей [14], вуз имеет возможность снизить стоимость обучения, не теряя своих позиций на рынке. Взаимовлияние факторов конкурентоспособности можно увидеть, проведя соответствующий сценарный эксперимент с имитационной моделью.

5. Результаты исследования

При проведении экспериментов с имитационной моделью взаимовлияния факторов конкурентоспособности вуза получены результаты (табл. 1), анализ которых позволяет лицу, принимающему решение, выбрать наиболее эффективную стратегию управления.

Таблица 1

Начальные значения факторов конкурентоспособности вуза

Параметр модели	Начальное значение	№ эксперимента		
		1	2	3
Capacity_of_the_market_segment (чел.)	2 500	2 500	2 500	2 500
Market_share (%)	0.011	0.01	0.011	0.011
Number_of_potential_students (чел.)	28	24	29	28
Cost_of_education (RMB/год)	3 200	4 000	4 000	4 000
Quality (баллы)	0.45	0.45	0.52	0.51
University_rating (баллы)	0.5	0.5	0.5	0.5
Rating_of_teachers (баллы)	0.25	0.25	0.25	0.25
Qualifications_of_teachers (баллы)	4	4	5	4
Number_of_the_group (чел.)	15	15	15	13
Students_academic_performance (баллы)	0.2	0.2	0.2	0.2
Evaluation_of_teachers (баллы)	0.2	0.2	0.2	0.2

Полученные результаты показывают, что при возросшей стоимости обучения уровень конкурентоспособности может сохраниться, например, за счет повышения качества обучения путем привлечения

более квалифицированных преподавателей или уменьшения количества студентов в академических группах. Выбор стратегии из возможных альтернатив должен осуществляться экспертом.

6. Выводы

1. Проведены эксперименты анализа чувствительности, позволяющие определить степень влияния исходных гипотез и значений ключевых параметров на выходные показатели модели взаимодействия факторов конкурентоспособности в условиях неопределенности. Показана зависимость динамики изменений параметров, определяющих уровень конкурентоспособности (доля рынка, количество потенциальных студентов), от основных исходных факторов.

2. Разработаны различные сценарии принятия проектных решений и проведены соответствующие эксперименты с имитационной моделью взаимодействия факторов конкурентоспособности, направленные на балансировку значений ключевых показателей. Полученная база альтернативных сценариев может быть использована для оценки уровня конкурентоспособности Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова и принятия эффективных управленческих решений для улучшения положения вуза на рынке образовательных услуг в г. Чжоушань.

Литература

1. Кошкин, К. В. Принятие решений при реализации IT-проектов на основе имитационного моделирования [Текст] / К. В. Кошкин, А. М. Возный, Н. Р. Кнырик // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. – 2016. – Т. 6, № 2 (1174). – С. 12–16. doi: 10.20998/2413-3000.2016.1174.3
2. Логунова, Е. А. Математические модели систем поддержки принятия решений [Текст]: сб. ст. по матер. IV междунар. науч.-пр. конф. / Е. А. Логунова // Физико-математические науки и информационные технологии: проблемы и тенденции развития. – Новосибирск: СибАК, 2012. – С. 51–56.
3. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы [Текст] / Д. Рутковская, М. Пипиньский, П. Рутковский. – М.: Горячая линия-Телеком, 2008. – С. 452.
4. Лычкина, Н. Н. Современные технологии имитационного моделирования и их применение в информационных бизнес-системах и системах поддержки принятия решений [Электронный ресурс] / Н. Н. Лычкина. – Режим доступа: http://it-claim.ru/Library/Books/SC/articles/sovremennye_tehnologii_immitacionnogo/sovremennye_tehnologii_immitacionnogo.html
5. Авдеев, З. К. Когнитивное моделирование и решение задач управления слабоструктурированными системами (ситуациями) [Текст] / З. К. Авдеев, С. В. Коврига, Д. И. Макаренко // Управление большими системами. – 2007. – № 16. – С. 26–39.
6. Варшавский, П. Р. Механизмы правдоподобных рассуждений на основе прецедентов (накопленного опыта) для систем экспертной диагностики [Текст]: 11-я нац. конф., тр. конф. / П. Р. Варшавский // КИИ-2008. – М.: Ленанд, 2008. – Т. 2. – С. 321–329.
7. Борисов, В. В. Нечеткие модели и сети [Текст] / В. В. Борисов, В. В. Круглов, А. С. Федулов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 284 с.
8. Hamilton, J. D. Time Series Analysis. Princeton University Press [Text] / J. D. Hamilton. – New Jersey: Princeton, 2004. – 114 p.
9. Лычкина, Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов [Текст]: уч. пос. / Н. Н. Лычкина. – М.: Академия Айти, 2005. – 164 с.
10. Бай, С. І. Управління інноваційною діяльністю підприємств та організацій морегосподарського комплексу [Текст]: монографія / С. І. Бай, В. С. Блінцов, С. Д. Бушуєв, О. М. Возний, А. Ю. Гайда, І. М. Запорожець та ін. – Миколаїв: видавець Торубара О. С., 2013. – 448 с.
11. Котов, В. Е. Сети Петри [Текст] / В. Е. Котов. – М.: Наука, 1984. – 160 с.
12. Лычкина, Н. Н. Имитационные модели в процедурах и системах поддержки принятия стратегических решений на предприятии [Текст] / Н. Н. Лычкина // Бизнес-информатика. – 2007. – № 1 (1). – С. 29–35.
13. Многоподходное имитационное моделирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.anylogic.ru/>
14. Рыжков, А. С. Оценка качества преподавания как элемент управления совместным международным образовательным проектом [Текст] / А. С. Рыжков // ScienceRise. – Т. 3, № 1. – С. 51–59. – Режим доступа: <http://journals.urau.ru/sciencerrise/article/view/95710/92797> doi: 10.15587/2313-8416.2017.95710

*Рекомендовано до публікації д-р екон. наук Парсяк В. Н.
Дата надходження рукопису 07.08.2017*

Кнырик Наталья Ромуальдовна, кандидат технических наук, ведущий специалист, УН Институт компьютерных наук и технологий, Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, пр. Героев Украины, 9, г. Николаев, Украина, 54025

Кошкин Константин Викторович, доктор технических наук, профессор, директор, УН Институт компьютерных наук и технологий, Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, пр. Героев Украины, 9, г. Николаев, Украина, 54025

Рыжков Александр Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, руководитель центра, Учебно-научный центр международного сотрудничества, Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, пр. Героев Украины, 9, г. Николаев, Украина, 54025
E-mail: oleksandr.ryzhkov@nuos.edu.ua

Рыжков Ростислав Сергеевич, кандидат технических наук, руководитель центра, Учебно-научный центр европейской интеграции, Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, пр. Героев Украины, 9, г. Николаев, Украина, 54025