

Крамаров Сергей Олегович

д-р физ.-мат. наук, БУВО «Сургутский государственный университет», г. Сургут, Российская Федерация

ORCID: 0000-0003-3743-6513

e-mail: maoovo@yandex.ru

Пелихов Николай Владимирович

канд. физ.-мат. наук, АНО УКНЦ «Интер-наука», г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

ORCID: 0000-0001-9192-7175

e-mail: pelikhov@yandex.ru

Сахарова Людмила Викторовна

д-р физ.-мат. наук, ФГБОУ ВО «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)», г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

ORCID: 0000-0002-4897-4926,

e-mail: L_sakharova@mail.ru

Храмов Владимир Викторович

канд. техн. наук, ЧОУ ВО «Южный университет (ИУБиП)», г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

ORCID: 0000-0003-1848-8174

e-mail: vxramov@inbox.ru

Kramarov Sergei

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Surgut State University, Surgut, Russia

ORCID: 0000-0003-3743-6513

e-mail: maoovo@yandex.ru

Pelikhov Nikolai

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Internauka, Rostov-on-Don, Russia

ORCID: 0000-0001-9192-7175

e-mail: pelikhov@yandex.ru

Sakharova Lyudmila

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Rostov State University of Economics, Rostov-on-Don, Russia

ORCID: 0000-0002-4897-4926,

e-mail: L_sakharova@mail.ru

Khramov Vladimir

Candidate of Technical Sciences, Southern University (IMBL), Rostov-on-Don, Russia

ORCID: 0000-0003-1848-8174

e-mail: vxramov@inbox.ru

МОДИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ ЛЕОНТЬЕВА ДЛЯ ОПИСАНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ КЛАСТЕРОВ

Аннотация. В качестве математического аппарата по исследованию влияния кластеризации на финансово-экономическое состояние предприятий (организаций) предложено использовать новую модификацию модели межотраслевого баланса Леонтьева. За основное понятие, использованное для математической формализации задачи, выбраны экономические потенциалы предприятий, рассчитанные на основе нечеткого агрегирования разнородных комплексов параметров. Авторы исходили из необходимости реализации третьей миссии университета: содействия социальному, культурному и экономическому развитию общества, в котором эти учебные заведения функционируют посредством создания, внедрения, расширения, распространения и использования новых знаний, налаживания прямых взаимосвязей с регионом и всеми его составляющими, что, в свою очередь, служит основанием для развития самого образования, основанного на проектах по решению реальных проблем. Вклад университетов в процесс формирования и развития кластеров рассматривается как процесс внедрения интеллектуального потенциала.

Ключевые слова: кластер, экономический потенциал, баланс, матрица затрат, капитализация интеллектуального потенциала, агрегирование, распределение инвестиций.

Цитирование: Крамаров С.О., Пелихов Н.В., Сахарова Л.В., Храмов В.В. Модификация модели Леонтьева для описания региональных промышленных кластеров // Вестник университета. 2019. № 12. С. 78–86.

MODIFICATION OF THE LEONTIEV MODEL FOR DESCRIPTION OF REGIONAL ECONOMIC CLUSTERS

Abstract. It has been proposed to use a new analogue of the Leontiev model of interindustry balance as a mathematical apparatus for studying the influence of clustering on the financial and economic state of enterprises (organizations). For the basic concept used for the mathematical formalization of the problem, the economic potentials of enterprises, calculated on the basis of fuzzy aggregation of heterogeneous complexes of parameters, have been selected. The authors proceeded from the need to implement the third mission of the university – to promote the social, cultural and economic development of society, in which these educational institutions operate through the creation, implementation, expansion, dissemination and use of new knowledge, establishing direct relationships with the region and all its components, which, in turn, it serves as the basis for the development of education itself, based on projects to solve real problems. The contribution of universities to the process of formation and development of clusters is considered as a process of implementing intellectual potential.

Keywords: cluster, economic potential, balance, cost matrix, capitalization of intellectual potential, aggregation, distribution of investments.

For citation: Kramarov S.O., Pelikhov N.V., Sakharova L.V., Khramov V.V. Modification of the leontiev model for description of regional economic clusters (2019) Vestnik universiteta, I. 12, pp. 78–86. doi: DOI 10.26425/1816-4277-2019-12-78-86

Благодарности. Работа выполнена по Гранту РФФИ (проект № 18-410-860008 p_a).

Acknowledgements. The work was carried out under the RFBR Grant (project № 18-410-860008 r_a).

© Крамаров С.О., Пелихов Н.В., Сахарова Л.В., Храмов В.В., 2019. Статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0. всемирная (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The Author(s), 2019. This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Процесс образования различных кластеров и их развитие, включая формирование различных кластерных систем, с учетом их многофакторности взаимодействия, а также необходимости когнитивной интероперабельности субъектов, входящих в кластеры, требует создания новых универсальных моделей, позволяющих оценивать финансово-экономический эффект от объединения предприятий в такие кластеры, а также предопределять их финансово-экономическое развитие с учетом развития интеллектуального капитала. Под кластерным подходом в современной экономике понимается специальная технология государственного и муниципального регулирования экономических процессов, которая опирается на группировку предприятий и организаций по признакам разработки и создания однородной продукции, выводу ее на национальные и международные рынки с использованием продуктовых, процессных и организационных инноваций [11].

В настоящее время практически отсутствуют соответствующие математические модели, отражающие целостное представление кластера и формализующие закономерности, проявляющиеся при формировании и функционировании кластеров, а также обобщенные группы видов внутренних и внешних кластерных взаимосвязей, особенно при участии структур, которые создают, развивают и внедряют новые интеллектуальные продукты (вузы, научные институты, научные центры и т. д.). Вопросы инвестирования инновационных процессов на региональном уровне рассмотрены в статье «Инвестирование инновационных процессов на региональном уровне» [4].

В процессе развития кластера выделяют внутренние и внешние границы кластера [11]. Внешнее для кластера функциональное пространство рассматривается как поддерживающая среда, в которой он зародился и которая, в силу ее природы, должна быть экономически заинтересована в его полноценном развитии и укреплении, а также некое конкурентное поле, на котором развитие кластера будет сдерживаться [2; 3].

К настоящему времени разработан ряд экономико-математических моделей кластерных образований: модель города на линии, модель сетевой конкуренции потребителей, одноагентная модель кластера, игровая многоагентная модель кластера, модель роста совокупной прибыли участников кластера, искусственные нейронные сети, балансовая модель кластера, модель стабильности кластера [1]. Математическую интерпретацию кластерных структур можно найти в учебнике «Микроэкономика» В. М. Гальперина и др., где действует эффект минимальной дифференциации продукта, который толкает предприятия к сближению [2; 6]. Кластерная политика в областях, где внешние эффекты потребления велики, может играть важную роль в регулировании экономики, где кластеры описываются с помощью одноагентных и многоагентных моделей [10; 15; 16].

В настоящей работе нами предлагается концепция математической формализации кластера, основанная на аналоге балансовой модели Леонтьева, уравнения баланса которой составляются не для финансовых потоков, а для так называемых потенциалов, представляющих собой универсальное понятие для описания сложных кластерных взаимодействий [9]. В экономике существует множество видов и определений потенциалов: ресурсный, производственный, финансово-экономический, управленческий, конкурентный, маркетинговый, экономический, стратегический, инновационный, рыночный, предпринимательский, информационный и др. При этом потенциал должен быть увязан с конкретным уровнем (объектом) экономической системы (организация, отрасль, регион, район, национальная экономика, мировая экономика) и соответственно можно его исследовать на микро-, мезо- и макроуровнях.

Таким образом, совокупный потенциал предприятия может быть рассчитан за счет агрегирования множества параметров по группам, не всегда имеющим конкретное денежное выражение. Это относится, в первую очередь, к формализации интеллектуального, управленческого, инновационного, маркетингового и прочих потенциалов, «денежное» выражение которых не всегда однозначно.

Рассмотрим более подробно предлагаемую нами модель. Пусть кластер состоит из n предприятий, каждое из которых имеет совокупный производственный потенциал U_i , $i = \overline{1, n}$. Будем считать, что производственный потенциал изменяется со временем, то есть является функцией времени: $U_i = F_i(t)$, $i = \overline{1, n}$.

Будем считать, что часть потенциала каждого из объектов кластера расходуется либо на взаимодействие в процессе производства с каждым из других объектов кластера, либо остается в резерве, а другая часть направлена на сторонние взаимодействия. Введем в рассмотрение сторонний потенциал Y_i , $i = \overline{1, n}$, который также будет зависеть от времени.

Сторонний потенциал может быть результатом как внутреннего, так и внешнего взаимодействий. Например, сторонний потенциал может быть результатом внутрикластерного взаимодействия с объектами кластера, как обмен технологиями и информацией, наращивание либо уменьшение продаж за счет консолидации

либо конкуренции с предприятиями (конкурентных потенциалов), привлечение инноваций за счет научных центров кластеров (инновационного и технологического потенциала кластерных центров, субъектов инфраструктуры кластеров, включая вузы), а также высококвалифицированных кадров (кадровый потенциал) и др. Для каждого из объектов кластера необходимо ввести в рассмотрение набор потенциалов, входящих в сторонний потенциал с коэффициентами, отражающими внутрикластерные взаимодействия.

Внешняя составляющая стороннего потенциала будет состоять из трех частей: региональная, межрегиональная и международная; соответствующие потенциалы взаимодействий будут во многом задаваться извне. Изменение внешнего конкурентного потенциала, как на межрегиональном, так и на международном уровнях, в процессе кластеризации вызывает наращивание внутрикластерных потенциалов: интеллектуального, инновационного, маркетингового, управленческого и др.

Математическая формализация таких взаимодействий будет рассмотрена нами в будущих исследованиях, а в настоящей работе предположим, что сторонний потенциал может быть задан определенной величиной.

Предположим, что совокупный производственный потенциал объекта равен сумме всех его потенциалов, направленных на производственные взаимодействия внутри кластера и стороннего потенциала.

Тогда получим систему уравнений вида:

$$U_i = \sum_{j=1}^n U_{ij} + Y_i, \quad i = \overline{1, n} \quad (1)$$

Уравнение (1) назовем соотношениями баланса потенциалов внутри кластера.

Введем коэффициенты собственных потенциалов:

$$v_{ij} = \frac{U_{ij}}{U_j}. \quad (2)$$

Коэффициент v_{ij} показывает затраты потенциала i -го предприятия кластера на производство единицы продукции j -го предприятия.

Будем предполагать, что v_{ij} существенно изменяется во времени в период установления кластера, а по завершении переходного процесса может считаться постоянной величиной.

Из уравнения (2) следует:

$$U_{ij} = v_{ij} \cdot U_j. \quad (3)$$

Тогда соотношения (1) баланса потенциалов внутри кластера примут вид:

$$U_i = \sum_{j=1}^n v_{ij} \cdot U_j + Y_i, \quad i = \overline{1, n}. \quad (4)$$

Введем в рассмотрение матрицы:

$$U = \begin{pmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_n \end{pmatrix}; \quad V = \begin{pmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{n1} & v_{n2} & \dots & v_{nn} \end{pmatrix}; \quad Y = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix},$$

где U – вектор совокупных производственных потенциалов предприятий кластера; Y – вектор сторонних потенциалов; V – матрица затрат потенциала кластера на производство.

Тогда систему уравнений (4) можно записать в матричном виде:

$$U = V \cdot U + Y \quad (5)$$

Уравнение (5) назовем уравнением линейного баланса потенциалов внутри кластера.

Преобразуем уравнение (5):

$$\begin{aligned} U - V \cdot U &= Y, \\ (E - V) \cdot U &= Y, \end{aligned} \quad (6)$$

где E – единичная матрица размера $n \times n$.

В контексте уравнения (6) можно рассматривать две задачи.

Задача 1. Пусть заданы: V – матрица затрат потенциала кластера на производство, U – вектор совокупных потенциалов предприятий кластера. Требуется найти Y – вектор сторонних потенциалов (например, требуемые потенциалы управленческих мер, направленных на достижение кластером заданного совокупного потенциала и др.).

Задача 2. Пусть заданы: V – матрица затрат потенциала кластера на производство, Y – вектор сторонних потенциалов. Требуется найти U – вектор совокупных потенциалов предприятий кластера, достижимый при заданном уровне управленческих мер.

Если матрица $(E - V)$ не вырожденная, то есть ее определитель $|E - V| \neq 0$, то существует обратная матрица $(E - V)^{-1}$, тогда уравнение (6) имеет единственное решение:

$$U = (E - V)^{-1} \cdot Y. \quad (7)$$

В соответствии с экономическим смыслом задачи значение $U_i \geq 0$ при $y_i \geq 0$ и $v_{ij} \geq 0$, то есть векторы $U \geq 0$, $Y \geq 0$ и матрица $V \geq 0$.

По аналогии с балансовой моделью Леонтьева, задача имеет смысловое решение, если максимум сумм элементов столбцов матрицы V не превосходит единицы, причем хотя бы для одного из столбцов сумма элементов строго меньше единицы, то есть, если $v_{ij} \geq 0$ и $\max_{j=1, n} \sum_{i=1}^n v_{ij} \leq 1$ и существует столбец с номером j такой, что $\sum_{i=1}^n v_{ij} < 1$ [10].

Описанные задачи могут решаться последовательно в процессе исследования кластера и представляют собой простейшую формализацию задач производства внутри кластера, что требует их решение для практических задач.

В данном исследовании мы предполагаем, что вектор сторонних потенциалов представляет собой линейную комбинацию различных потенциалов объектов кластера, создающих внутрикластерную составляющую стороннего потенциала. Тогда взаимодействие между объектами кластера будет определяться величиной соответствующих коэффициентов, на которые умножаются потенциалы. Например, для научно-технологических центров значимыми будут коэффициенты для их интеллектуальных, инновационных, стратегических и информационных потенциалов. Для однородных объектов больших кластеров значимыми будут также конкурентные потенциалы. Внешние потенциалы (региональные, межрегиональные и международные) в данной модели будем считать заданными функциями.

Для каждого из внутрикластерных потенциалов возможно построить баланс потенциалов внутри кластера (4) и, как результат, получить замкнутую систему уравнений. Соответственно, если ввести в рассмотрение для каждого из объектов кластера M потенциалов, то размерность системы увеличится в M раз.

Рассмотрим построенную модель на конкретном примере – формировании Вертолетостроительного кластера в Ростовской области. Резидентами договора о создании кластера явились 4 объекта: ОАО «Росвертол», ОАО «Авиаприборный ремонтный завод», Госкорпорация «Ростех» и «Вертолеты России». Полюсами конкурентоспособности кластера являются производство вертолетов Ми-28, Ми-35 и Ми-26, а также разработка нового перспективного вертолета среднего класса, производство композитных лопастей, поддержка эксплуатации вертолетной техники.

На основе программного обеспечения Audit-IT «Ваш финансовый аналитик» была произведена оценка стоимости каждого из объектов на 31 декабря 2017 г., которая была рассчитана на основе бухгалтерской отчетности Российской системы бухгалтерского учета (далее – РСБУ), как среднее арифметическое оценок, полученных двумя методами: методом стоимости чистых активов и методом дисконтирования

будущих доходов. Был также осуществлен расчет прибыли (убытка) за 6 лет с учетом нераспределенной прибыли (непокрытого убытка) по состоянию на 31 декабря 2017 г. (табл. 1). На основе полученных показателей были рассчитаны потенциалы объектов кластера, представляющие собой отношение оценочной стоимости объекта к его чистой прибыли.

Нужно отметить, что в данном примере мы пока не учитывали интеллектуальную составляющую стоимости объектов, которая в настоящее время не включается в отчетность РСБУ, однако может существенно влиять на стоимостные показатели компаний [10; 12].

Таблица 1

Характеристики объектов кластера

Объекты кластера	Оценочная стоимость, тыс. руб.	Чистая прибыль, тыс. руб.	Потенциал объекта
ПАО «Роствертол» имени Б.Н.Слюсаря	77 818 397	116 541 180	0,668
АО «Авиаприборный ремонтный завод»	121 720	61 270	1,987
Госкорпорация «РОСТЕХ»	1 267 892 364	1 269 388 931	0,999
АО «Вертолеты России»	96 802 345	116 104 417	0,834

Составлено авторами по материалам исследования

Из таблицы 1 следует, что вектор совокупных потенциалов предприятий кластера имеет вид:

$$U = \begin{pmatrix} 0,668 \\ 1,987 \\ 0,999 \\ 0,834 \end{pmatrix}.$$

Предположим, что матрица затрат потенциала кластера на производство равна:

$$V = \begin{pmatrix} 0,1 & 0,15 & 0,1 & 0,2 \\ 0,2 & 0,1 & 0,2 & 0,35 \\ 0,1 & 0,2 & 0,15 & 0,1 \\ 0,05 & 0,05 & 0,25 & 0,15 \end{pmatrix}.$$

Элементы i -й строки матрицы показывают затраты потенциала i -го предприятия на создание потенциала j -го предприятия кластера. Существенно, что коэффициенты матрицы могут быть определены на начальном этапе управленческого планирования структуры кластера.

Тогда затраты потенциала 1-го предприятия на производство внутри кластера могут быть определены как:

$$\sum_{j=1}^n v_{1j} \cdot U_j = 0,1 \cdot 0,668 + 0,15 \cdot 1,987 + 0,1 \cdot 0,999 + 0,2 \cdot 0,834 = 0,63.$$

Следовательно, затраты потенциала первого предприятия на производство внутри кластера равны:

$$0,1 \cdot 0,668 = 0,0668,$$

в переводе на абсолютную стоимость (мощности предприятия в денежном эквиваленте, задействованные на собственное производство внутри кластера) получаем:

$$R_1 = 0,0668 \cdot 116541180 = 8018033 \text{ (тыс. руб.)};$$

на 2-е предприятие: $0,15 \cdot 1,987 = 0,2981$, $R_2 = 0,2981 \cdot 116541180 = 34735099$ (тыс. руб.);
 на 3-е предприятие: $0,1 \cdot 0,999 = 0,0999$, $R_3 = 0,0999 \cdot 116541180 = 11642464$ (тыс. руб.);
 на 4-е предприятие: $0,2 \cdot 0,834 = 0,1668$, $R_4 = 0,1668 \cdot 116541180 = 19439069$ (тыс. руб.).

Следовательно, разность потенциала первого предприятия кластера, направленного на внешние взаимодействия (либо остающаяся в резерве), и потенциала внешнего воздействия на него равна:

$$y_1 = U_1 - \sum_{j=1}^n v_{1j} \cdot U_j = 0,688 - 0,63 = 0,058,$$

что в переводе в абсолютную стоимость составляет:

$$S_1 = 0,058 \cdot 116541180 = 6759388 \text{ (тыс. руб.)},$$

что соответствует мощностям первого предприятия в денежном эквиваленте, направленным на решение задач вне кластера (либо остающиеся в резерве).

Аналогичные расчеты для остальных объектов кластера отражены в таблице 2.

Таблица 2

Затраты объектов на производство внутри кластера, в виде потенциала и в абсолютной стоимости (производственные мощности в денежном эквиваленте)

№ объекта	Потенциал (1), мощность (2)	1	2	3	4	Остаток
1.	(1)	0,0688	0,2981	0,0999		0,058
	(2)	8 018 033	34 735 099	11 642 464	4-й объект	6 759 388
2.	(1)	0,1336	0,1987	0,1998		1,163
	(2)	8 186	12 174	12 242	17 885	71 257
3.	(1)	0,0668	0,3974	0,1499	0,0834	0,3015
	(2)	84 795 181	504 455 161	190 281 401	105 867 037	382 720 763
4.	(1)	0,0417	0,0994	0,2498	0,1251	0,318
	(2)	4 841 554	11 540 779	29 002 883	14 524 663	36 921 205

Составлено авторами по материалам исследования

Таким образом, как следует из таблицы:

$$Y = \begin{pmatrix} 0,058 \\ 1,163 \\ 0,302 \\ 0,318 \end{pmatrix}, \quad Y_{abs} = \begin{pmatrix} 6759388 \\ 71257 \\ 382720763 \\ 36921205 \end{pmatrix},$$

Теперь предположим, что в кластер инвестированы 20 млрд руб., причем распределение средств по предприятиям осуществлено следующим образом: 1) 4 млрд руб.; 2) 1 млрд руб.; 3) 9 млрд руб.; 4) 6 млрд руб.

Следовательно, Y_{abs} (абсолютная величина вектора суммы потенциалов предприятий кластера, направленных на внешние взаимодействия (либо остающаяся в резерве), и потенциалов внешних воздействий на них) получит приращение:

$$Y_{abs} + \Delta Y_{abs} = \begin{pmatrix} 6759388 \\ 71257 \\ 382720763 \\ 36921205 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 4000000 \\ 1000000 \\ 9000000 \\ 6000000 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 10759388 \\ 1071257 \\ 391720763 \\ 42921205 \end{pmatrix}.$$

Следовательно,

$$Y + \Delta Y = \begin{pmatrix} 0,0923 \\ 17,4842 \\ 0,3086 \\ 0,3697 \end{pmatrix}.$$

Рассчитаем вектор совокупных потенциалов предприятий кластера $U + \Delta U$, соответствующий заданному вектору инвестиций.

Указанная задача была решена на основе уравнения (7), результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3

Затраты объектов на производство внутри кластера, в виде потенциала

№ предприятия	1	2	3	4	Совокупный потенциал
1.	0,586	3,601	0,721	0,863	5,863
2.	1,173	2,401	1,442	1,509	24,009
3.	0,586	4,802	1,081	0,431	7,209
4.	0,293	1,200	1,802	0,647	4,313

Составлено авторами по материалам исследования

Как следует из найденного нового значения совокупного потенциала, относительная мощность 1-го объекта возрастет в 8,78 раза; 2-го – в 12,08 раза; 3-го – в 7,22 раза; 4-го – 5,17 раз. С учетом того, что кластеризация должна привести к увеличению чистой прибыли в абсолютном выражении, оценочная стоимость каждого из объектов должна увеличиться пропорционально.

Очевидно, что при ином распределении инвестиций, был бы получен другой результат, где возникает задача оптимизации регионального инвестиционного потенциала.

Таким образом, изначально предложенный математический аппарат сходен с тем, что используется для исследования межотраслевого баланса с помощью классической модели Леонтьева, что позволяет решать вопросы для дальнейшего развития модели.

Во-первых, это вопросы математической формализации потенциала. Как уже было отмечено, потенциал объекта не всегда имеет денежное выражение, и чтобы свести воедино в модели разнородные потенциалы, их необходимо унифицировать. Поэтому для дальнейшего моделирования предлагается использовать мягкие модели, где потенциал можно оценивать в виде лингвистической переменной, имеющей, 10 термов, которым присваивается нумерация [12]. Соответственно, решение осуществляется не для самих потенциалов, а для их нечетко-множественных оценок, производимых с помощью функций принадлежности.

Во-вторых, эффект влияния на потенциал объектов от внешних воздействий, например, политических предпочтений можно оценить лишь приблизительно. Так, например, в настоящее время ведутся споры о том, как можно оценить капитализацию интеллектуального потенциала предприятий, в том числе, влияние научно-исследовательских центров и образовательных учреждений [8; 13; 14].

Для формализации понятий потенциалов наиболее рационально использовать теорию нечетких множеств и мягких вычислений [15; 16].

В-третьих, балансовая модель является линейным приближением, имеющим достаточно узкую область применимости. Поэтому в дальнейшем предлагается использовать для описания кластерных взаимодействий системы дифференциальных уравнений. Соответственно, в дифференциальных уравнениях должны присутствовать «источники», соответствующие внешним сторонним потенциалам региональных, межрегиональных и международных взаимодействий. Предполагается, что в модель, имеющую вид задачи Коши, будут введены фрагменты, формально отвечающие моделям «хищник-жертва» и соответствующие конкурентному взаимодействию на внутрикластерном и внешнем уровнях [7].

По результатам исследования предложено оценивать влияние процесса кластеризации на финансово-экономическое состояние входящих в кластер объектов посредством балансовой модели, изначально сходной с классической моделью «затраты-выпуск». При этом математическая формализация задачи осуществляется на основе экономических потенциалов объектов, позволяющих в дальнейшем уйти от рассмотрения непосредственных денежных потоков в процессе производства и перейти к унифицированным безразмерным величинам. Таким образом, становится возможным учесть в модели влияние научных инноваций на кластер. Для нормализации параметров предлагается использовать теорию нечетких множеств [5; 7]. Разработанная модель может быть существенно модифицирована за счет представления входных данных в виде нечетких треугольных растров.

На последующих этапах предполагается записывать уравнения баланса кластерных взаимодействий посредством дифференциальных уравнений, отражающих динамику и взаимопревращение различных потенциалов, а также внешние источники на региональном, межрегиональном и интернациональном уровнях.

Библиографический список

1. Авдашева, С., Крюкова, П., Шаститко, А. Доминирование на рынке справочных правовых систем: опыт экономического анализа//Вопросы экономики. – 2007. – № 11. – С. 104-119.
2. Гальперин, В. М., Игнатьев, С. М., Моргунов, В. И. Микроэкономика. – СПб: Экономическая школа, СПбГУ экономики и финансов, ВШЭ, 1997. – 669 с.
3. Дроздов, А. Б., Дроздова, Н. В. О подходах к моделированию региональных экономических систем кластерного типа//Моделирование и анализ информационных систем. – 2008. – № 1. – Т. 15. – С. 51-62.
4. Жак, С. В., Пелихов, Н. В., Петухов, Е. Л., Саямов, С. С., Саямова, И. Г. Инвестирование инновационных процессов на региональном уровне//Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Общественные науки. – 2004. – № 2. – С. 68-73.
5. Заде, Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 83 с.
6. Кац, М. Л., Шапиро, К. Сетевые внешние эффекты, конкуренция и совместимость//Вехи экономической мысли. Теории отраслевых рынков. Т. 5. – СПб: Экономическая школа, 2003. – С. 500-503.
7. Крамаров, С. О., Сахарова, Л. В., Храмов, В. В. Мягкие вычисления в менеджменте: управление сложными многофакторными системами на основе нечетких аналог-контроллеров//Научный вестник Южного Института Менеджмента. – 2017. – № 3 (19). – С. 42-51.
8. Кузнецова, Т. Е. Формирование интеллектуального потенциала в инновационной организации//Вестник АГАУ. – 2013. – № 7 (105) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-intellektualnogo-potentsiala-v-innovatsionnoy-organizatsii> (дата обращения: 22.09.2019).
9. Леонтьев, В. и др. Исследования структуры американской экономики / Пер. с англ. А. С. Игнатъева; под ред. А. А. Колюса. – М.: Госстатиздат, 1958. – 640 с.
10. Лобова, С. В., Понькина, Е. В., Боговец, А. В. Проблемы математического моделирования экономических кластеров как системы взаимосвязанных целей участников//Вестник НГУ. Серия Социально-экономические науки. – 2012. – Т. 11. – Вып. 4. – С. 125-131.
11. Найденов, Н. Д., Спиригин, В. И., Новокшенова, Е. Н. Экономико-математические модели кластера//СИС. – 2015. – № 9 (53) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomiko-matematicheskie-modeli-klastera> (дата обращения: 22.09.2019).
12. Недосекин, А. О. Финансовый менеджмент на нечетких множествах: монография. – М.: Аудит и финансовый анализ, 2003. – 162 с.
13. Олехнович, Г. И. Интеллектуальный потенциал как фактор экономического роста страны//Экономический вестник университета. Сборник научных трудов ученых и аспирантов. – 2013. – № 20-1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnyy-potentsial-kak-faktor-ekonomicheskogo-rosta-strany> (дата обращения: 22.09.2019).
14. Степанчук, С. А. Интеллектуальный потенциал предприятия. Значение. Структура. Оценка//European journal of economics and management sciences. – 2015. – № 3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnyy-potentsial-predpriyatiya-znachenie-struktura-otsenka> (дата обращения: 22.09.2019).
15. Шарипов, Т. Ф., Терехова, С. А. Использование механизма планирования для создания машиностроительного кластера//Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 13 (132). – С. 528-536.

16. Lukcs, A. Economic-Mathematical Model For Examination of Clusters' Sustainability//Regional and Business Studies. – 2011. – Vol. 3. – Supp. 1. – Pp. 177-187.

References

1. Avdasheva S., Kryukova P., Shastitko A. Dominirovanie na rynke spravochnykh pravovykh sistem: opyt ekonomicheskogo analiza [*Dominance of reference legal systems on the market: an experience of economic analysis*], Voprosy ekonomiki, 2007, I. 11, pp. 104-119.
2. Gal'perin V. M., Ignat'ev S. M., Morgunov V. I. Mikroekonomika [*Microeconomics*], St. Petersburg, Ekonomicheskaya Shkola, SPbGU Ekonomiki i Finansov, VShE, 1997, 669 p.
3. Drozdov A. B., Drozdova N. V. O podkhodakh k modelirovaniyu regional'nykh ekonomicheskikh sistem klasternogo tipa [*About approaches to modeling regional cluster economies*], Modelirovanie i analiz informatsionnykh sistem [*Modeling and Analysis of Information Systems*], 2008, I. 1, Vol. 15, pp. 51-62.
4. Zhak S. V., Pelikhov N. V., Petukhov E. L., Sayamov S. S., Sayamova I. G. Investirovanie innovatsionnykh protsessov na regional'nom urovne [*Investing innovative processes at the regional level*], Izvestiya VUZov. Severo-Kavkazskii region. Obshchestvennye nauki, 2004. I. 2, p. 68-73.
5. Zade L. A. Ponyatie lingvisticheskoi peremennoi i ego primenenie k prinyatiyu priblizhennykh reshenii [*The concept of a linguistic variable and its application to making approximate decisions*], Moscow, Mir, 1976, 83 p.
6. Katz M. L., Shapiro K. Setevye vneshnie efekty, konkurentsia i sovместimost' [*Network external effects, competition and compatibility*], Vekhi ekonomicheskoi mysli. Teorii otraslevykh rynkov [*Milestones of economic thought. Theories of sectoral markets*], Vol. 5, St. Petersburg, Economic School, 2003, pp. 500-503.
7. Kramarov S. O., Sakharova L. V., Khramov V. V. Myagkie vychisleniya v menedzhmente: upravlenie slozhnymi mnogofaktornymi sistemami na osnove nechetkikh analog-kontrollerov [*Soft computing in management: managing complex multi-factor systems based on fuzzy analog controllers*], Nauchnyi Vestnik Yuzhnogo Instituta Menedzhmenta [*Scientific Bulletin of the Southern Institute of Management*], 2017, I. 3 (19), pp. 42-51.
8. Kuznetsova T. E. Formirovanie intellektual'nogo potentsiala v innovatsionnoi organizatsii [*Formation of intellectual potential in innovative organization*], Vestnik AGAU [*Bulletin of ASAU*], 2013, I. 7 (105). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-intellektualnogo-potentsiala-v-innovatsionnoy-organizatsii> (accessed 22.09.2019).
9. Leont'ev V. [et al.]. Issledovaniya struktury amerikanskoj ekonomiki [*Studies of the structure of the American economy*], Per. s angl. A. S. Ignat'eva, pod. red. A. A. Konyusa, Moscow, Gosstatizdat, 1958, 640 p.
10. Lobova S. V., Pon'kina E. V., Bogovets A. V. Problemy matematicheskogo modelirovaniya ekonomicheskikh klasterov kak sistemy vzaimosvyazannykh tsei uchastnikov [*Problems of mathematical modeling of economic clusters as a system of interconnected goals of participants*], Vestnik NGU. Seriya Sotsial'no-ekonomicheskie nauki [*Bulletin of NSU. Series Socio-Economic Sciences*], 2012. Vol. 11, I. 4, pp. 125-131.
11. Naidenov N. D., Spiryagin V. I., Novokshonova E. N. Ekonomiko-matematicheskie modeli klastera [*Economic-mathematical models of the cluster*], SISP [*Modern Studies of Social Issues*], 2015, I. 9 (53). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomiko-matematicheskie-modeli-klastera> (accessed 22.09.2019).
12. Nedosekin A. O. Finansovy menedzhment na nechetkikh mnozhestvakh: monografiya [*Financial management on fuzzy sets: monograph*], Moscow, Audit i finansovy analiz, 2003, 162 p.
13. Olekhovich G. I. Intellektual'nyi potentsial kak faktor ekonomicheskogo rosta strany [*Intellectual potential as a factor of the country's economic growth*], Ekonomicheskii Vestnik Universiteta. Sbornik nauchnykh trudov uchenykh i aspirantov [*University Economic Bulletin. Collection of scientific papers of scientists and graduate students*], 2013, I. 20-1. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnyy-potentsial-kak-faktor-ekonomicheskogo-rosta-strany> (accessed 22.09.2019).
14. Stepanchuk S. A. Intellektual'nyi potentsial predpriyatiya. Znachenie. Struktura. Otsenka [*Intellectual potential of the enterprise. Value. Structure. Assessment*], European journal of economics and management sciences, 2015, I. 3. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnyy-potentsial-predpriyatiya-znachenie-struktura-otsenka> (accessed 22.09.2019).
15. Sharipov T. F., Terekhova S. A. Ispol'zovanie mekhanizma planirovaniya dlya sozdaniya mashinostroitel'nogo klastera [*Using the planning mechanism to create an engineering cluster*], Vestnik Orenburgskogo Gosuniversiteta [*Bulletin of Orenburg State University*], 2011, I. 13 (132), pp. 528-536.
16. Lukcs A. Economic-Mathematical Model For Examination of Clusters' Sustainability, Regional and Business Studies, 2011, Vol. 3, Supp. 1, pp. 177-187.