

**НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННАЯ МОДЕЛЬ ИТ-КЛАСТЕРА (НА
ПРИМЕРЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ) НА ОСНОВЕ
МОДИФИЦИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ЛЕОНТЬЕВА И ОТКРЫТЫХ
ИСТОЧНИКОВ ДАННЫХ**

Алексеев А.С., аспирант каф. Финансы,
Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)

Сахарова Л.В., д.ф.-м.н., доцент, Ростовский государственный
экономический университет (РИНХ), e-mail: L_Sakharova@mail.ru

Усатый Р.С., гр. ПМИ-821,
Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)

Аннотация: Рассмотрена структура кластера информационно-коммуникационных технологий (ИКТ-кластер) Ростовской области, созданного в 2015 году. Отмечается, что к приоритетам развития кластера относятся организационное развитие кластера и усиление кооперационных связей между участниками (потенциала взаимодействия); развитие инновационного потенциала и сектора исследований и разработок; развитие производственного потенциала и расширение рыночной доли продукции и услуг участников кластера; развитие кадрового потенциала; формирование общего бренда и повышение узнаваемости кластера (маркетинговый потенциал); развитие связей с органами власти (управленческий потенциал). Предложена математическая формализация внутрикластерных взаимодействий структурных единиц кластера, приводящих к изменению потенциалов как его в целом, так и отдельных предприятий, а также его внешних взаимодействий. Для данной цели предполагается использовать модифицированную балансовую модель Леонтьева, входные параметры которой получены на основе открытых источников данных, а также их агрегирования и фаззификации на основе теории нечетких множеств.

Ключевые слова: кластер информационно-коммуникационных технологий, потенциал развития, модифицированная балансовая модель Леонтьева, агрегирование, фаззификация.

**FUZZY-MULTIPLE IT CLUSTER MODEL (ON THE EXAMPLE OF THE
ROSTOV REGION) BASED ON THE MODIFIED LEONTIEV MODEL
AND OPEN DATA SOURCES**

Alekseev A.S.
Sakharova L.V.
Usatii R.S.

Abstract: The structure of the cluster of information and communication technologies (ICT cluster) of the Rostov region, created in 2015, is considered. It is noted that the cluster development priorities include the organizational development of the cluster and the strengthening of cooperation ties between the participants (interaction potential); development of innovation potential and the research and development sector; development of production potential and expansion of the market share of products and services of cluster members; development of human resources; building a common brand and increasing cluster awareness (marketing potential); development of relations with authorities (management potential). A mathematical formalization of intra-cluster interactions of structural units of a cluster, leading to a change in the potentials of both its whole and individual enterprises, as well as its external interactions, is proposed. For this purpose, it is proposed to use a modified Leontief balance model, the input parameters of which are obtained on the basis of open data sources, as well as their aggregation and fuzzification based on the theory of fuzzy sets.

Keywords: cluster of information and communication technologies, development potential, modified Leontief balance model, aggregation, fuzzification.

Кластер информационно-коммуникационных технологий (ИКТ-кластер) Ростовской области был создан в 2015 году. В настоящее время он включает в себя 25 участников, среди которых: 1) средние производственные предприятия, от 101 до 150 работников, такие, как ГК «Гендальф», ЗАО «Медиапарк Южный регион», ООО Научно-производственное предприятие «ВНИКО»; 2) малые производственные предприятия, до 100 работников, такие как ООО «АйТи Сервис», ООО «БНВ Инжиниринг», ООО «Интернет-Фрегат», ООО «Проф ИТ», ООО «РНД Софт», ООО «Риттал», Ростовское отделение, ООО «ФастРепортс», ЗАО «ЮБиТек», ООО Научно-производственное предприятие «Интор», ООО Научно-производственный центр «Космос 2», ООО Специальное конструкторское бюро «Граф»; 3) крупное производственное предприятие (более 250 работников) ПАО Ростовское отделение Кавказского филиала ПАО «МегаФон»; 4) вузы ФГБОУ ВО «Ростовский государственный экономический университет

(РИНХ)» и ФГБОУ ВО «ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова»; 5) другие учебные заведения, НОУ ДПО «Ростовский центр повышения квалификации в области информационных технологий и связи» и ГБПОУ РО «Ростовский-на-Дону колледж связи и информатики»; 6) корпорация развития, агентство, НП «Единый региональный центр инновационного развития Ростовской области», Инновационно-технологический центр «ИнТех-Дон», РОФССЭР «Танаис» (Региональный институт развития), Союз Торгово-промышленная палата Ростовской области(Региональный институт развития); 7) финансово-кредитная организация ОАО Коммерческий банк «Центр-инвест».

Главная целью ИКТ-кластера является создание в Ростовской области полноценной экосистемы для развития и коммерциализации проектов своих резидентов в области ИКТ технологий. Среди приоритетных целей создания ИКТ-кластера: повышение благосостояния и качества жизни населения области на основе развития современных информационно-коммуникационных технологий; повышение эффективности и конкурентоспособности различных сфер экономики региона в результате использования современных информационных технологий; увеличение вклада отрасли информационных технологий Ростовской области в валовой региональный продукт; рост эффективности государственного управления, повышение качества предоставления государственных и муниципальных услуг в Ростовской области.

К приоритетам развития кластера относят: 1) организационное развитие кластера и усиление кооперационных связей между участниками (потенциала взаимодействия); 2) развитие инновационного потенциала и сектора исследований и разработок; 3) развитие производственного потенциала и расширение рыночной доли продукции и услуг участников кластера; 4) развитие кадрового потенциала; 5) формирование общего бренда и повышение узнаваемости кластера (маркетинговый потенциал); 6) развитие связей с органами власти (управленческий потенциал).

Важной задачей является математическая формализация внутрикластерных взаимодействий структурных единиц кластера, приводящих к изменению потенциалов как его в целом, так и отдельных предприятий, а также его внешних взаимодействий. Для данной цели

предполагается использовать модифицированную балансовую модель Леонтьева, входные параметры которой получены на основе открытых источников данных, а также агрегирования фаззификации на основе теории нечетких множеств. Под кластером в математическом моделировании может подразумеваться группа предприятий и организаций, действующих в определенном виде производства и на определенных нишах рынка, что при объединении их в кластер позволяет получить специфические конкурентные преимущества [1].

Рассмотрим более подробно предлагаемую нами модель. Пусть кластер состоит из n предприятий, каждое из которых имеет пять потенциалов: производства P_i , взаимодействия V_i , инновационный I_i , кадровый K_i , маркетинговый M_i , управления: $U_i, i = \overline{1, n}$. Будем считать, что часть каждого из пяти потенциалов каждого из участников 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. Для этой цели введем в рассмотрение сторонний потенциалы $Y_i^j, i = \overline{1, 5}, j = \overline{1, n}$.

Сторонний потенциал может быть результатом как внутреннего, так и внешнего взаимодействий. Внутренняя составляющая является результатом взаимодействия с остальными участниками кластера: обмена технологиями и информацией, наращивание либо уменьшение продаж за счет консолидации либо конкуренции с предприятиями (конкурентных потенциалов), привлечения инноваций за счет научных центров кластеров (инновационного и технологического потенциала кластерных центров), а также высококвалифицированных кадров (кадровый потенциал). Он может быть также увеличен за счет маркетингового потенциала сервисных компаний и ресурсного потенциала вспомогательных компаний. Внешняя составляющая стороннего потенциала будет состоять из, по меньшей мере, трех частей (они будут: региональной, межрегиональной и международной). Соответствующие потенциалы взаимодействий, очевидно, будут задаваться извне (потенциалы организационной, инвестиционной и политической поддержки на региональном уровне; конкурентные, маркетинговые и производственные потенциалы аналогичных кластеров на межрегиональном

уровне; конкурентные, информационные и маркетинговые потенциалы, а также потенциалы политического влияния на международном уровне). 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.

Введем обозначения: например, U_{ij} - часть совокупного производственного потенциала управления i -го предприятия, направленного на взаимодействие с j -м предприятием кластера ($i = \overline{1, n}$; $j = \overline{1, n}$). 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:

$$P_i + V_i + I_i + K_i + M_i + U_i = \sum_{j=1}^n (P_{ij} + V_{ij} + I_{ij} + K_{ij} + M_{ij} + U_{ij}) + Y_i, \quad i = \overline{1, n} \quad (1)$$

Уравнение (1) назовем соотношениями баланса потенциалов внутри кластера. Введем **коэффициенты собственных потенциалов, например:**

$v_{ij} = \frac{U_{ij}}{U_j}$. Тогда, после преобразований, соответствующую систему уравнений

можно записать в матричном виде, аналогичном тому, что известен для балансовой модели Леонтьева: $U = V \cdot U + Y$. Уравнение (3) назовем уравнением линейного баланса потенциалов внутри кластера. Как и балансовая модель Леонтьева, оно позволяет решать две основные задачи: 1) расчет сторонних потенциалов в случае, когда известны коэффициенты собственных потенциалов и 2) расчет каждого из шести потенциалов отдельных предприятий (или их групп), когда известны сторонние потенциалы.

Чтобы свести воедино в модели разнородные потенциалы, их необходимо унифицировать. Поэтому для моделирования предлагается использовать мягкие модели. Предлагается оценивать потенциал в виде лингвистической переменной, имеющей, пяти термов [2], которым присваивается нумерация. Соответственно, решение осуществляется не для самих потенциалов, а для их нечетко-множественных оценок, производимых с помощью функций принадлежности. Кроме того, вместо обычного

перемножения матриц можно использовать максиминную (минимаксную) свертки, а исходные данные представлять в виде нечетких множеств.

Библиографический список

1. Найденов Н.Д., Спирыгин В.И., Новокшонова Е.Н. Экономико-математические модели кластера // СИСП. – 2015. – № 9 (53). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomiko-matematicheskie-modeli-klastera>
2. Недосекин А.О. Финансовый менеджмент на нечетких множествах: монография / А.О. Недосекин. – М.: Аудит и финансовый анализ, 2003. – 162 с.
3. Куликова Ю.В., Сахарова Л.В., Стрюков М.Б., Храмов В.В. Оценка устойчивости сельскохозяйственного производства в регионе на основе пятиуровневых нечетких $[0,1]$ - классификаторов // Интеллектуальные ресурсы – региональному развитию. – 2018. – Т. 4, № 1. – С. 168-178. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36739528>(дата обращения 09.04.2021).
4. 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. DOI: 10.26425/1816-4277-2019-12-78-86.
5. 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. – С. 42-51. DOI: 10.31775/2305-3100-2017-3-42-51.
6. Akperov I.G., Khramov V.V., Viktor L., Mityasova O.Yu. Fuzzy methods and algorithms in data mining and formation of digital plan-schemes in earth remote sensing // Procedia Computer Science. – 2017. – С. 120-125. DOI: 10.1016/j.procs.2017.11.218