

Использование алгоритмов нечеткого вывода для предварительной оценки участников при кластерном подходе



Д. Б. Соловьев,
к. т. н., доцент, руководитель
образовательной программы
«Иноватика»
solovev.db@dvfu.ru



С. С. Кузора,
аспирант
webkuzora@mail.ru



А. Е. Меркушева,
студент
alena.merkusheva@bk.ru

**Кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации,
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток**

В статье рассматривается кластерный подход, как инструмент, который играет одну из ключевых ролей в реализации потенциала регионов РФ. В процессе исследования определены основной вектор активности и ключевые направления по развитию кластерных инициатив. На основании приведенных результатов анализа действующих кластеров России, рассмотрен один из возможных вариантов использования кластерного подхода, суть которого заключается в предварительной оценке участников кластера. При разработке оценки была задействована теория нечетких множеств и нечеткой логики ориентированная на построение математической модели, которая учитывает неполноту и неточность данных.

Статья может быть полезна для специалистов, проявляющих теоретический и практический интерес к теории нечетких множеств, нечеткой логики и математическому моделированию.

Ключевые слова: кластерный подход, оценка участников кластера, теория нечетких множеств, нечеткая логика, математическое моделирование.

В современном мире, инновационное развитие является источником экономического роста за счет расширения рынков, повышения конкурентоспособности продукции, создания новых отраслей. Одним из возможных инструментов взаимодействия участников инновационного процесса является кластерный подход.

Наиболее распространенное определение кластера было дано М. Портером. Кластер — это группа географически соседствующих взаимосвязанных компаний и связанных с ними организаций действующих в определенной сфере и взаимодополняющих друг друга [1].

Актуальность образования кластеров стран практикующих данный подход, обусловлена повышенной степенью привлекательности для субъектов как отечественного, так и зарубежного возникновения, благодаря использованию благоприятных условий. В России к таким условиям можно отнести [2-4]:

- предоставление межбюджетных субсидий, предусмотренных для реализации мероприятий по нескольким направлениям;

- облегченное налогообложение;
- снижение административных барьеров.

Использование кластерного подхода на территории России можно связать с переходом экономики от экспортно-сырьевого к инновационному социально ориентированному типу развития, где инициатором выступает государство, нацеленное на стимулирование кооперации между участниками научно-производственной цепи. Такой инструмент позволяет проверить на прочность механизмы взаимоотношений участников с последующей корректировкой.

Министерство экономического развития РФ и Министерство промышленности и торговли РФ являются основным вектором государства в отношении кластерных инициатив. Они задают форму устойчивого развития с целью постоянного совершенствования инструментария с применением отечественной практики и зарубежного опыта. С их участием кластерный подход выходит за рамки предполагаемого использования, т. е. кластеры также могут стать эффективным инструментом реализации

дорожных карт Национальной технологической инициативы [5].

К основным документам кластерной политики РФ, согласно Ассоциации кластеров и технопарков [6], относятся: Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. [3]; Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г. [4]; государственная программа Российской Федерации «Экономическое развитие и инновационная экономика» [7]; государственная программа Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» [8].

В Российской Федерации существует три ключевых направления развития кластеров: программа поддержки пилотных инновационных территориальных кластеров Министерства экономического развития РФ; программа поддержки промышленных кластеров Министерства промышленности и торговли РФ; программа поддержки малого и среднего предпринимательства Министерства экономического развития РФ.

Под инновационно-территориальным кластером (ИТК) понимается совокупность размещенных на ограниченной территории предприятий и организаций (участников кластера), которая характеризуется наличием: объединяющей участников кластера научно-производственной цепочки в одной или нескольких отраслях (ключевых видах экономической деятельности); механизма координации деятельности и кооперации участников кластера; синергетического эффекта, выраженного в повышении экономической эффективности и результативности деятельности каждого предприятия или организации за счет высокой степени их концентрации и кооперации [9]. С 2012 г. Минэкономразвития России инициировало конкурсный отбор пилотных проектов по развитию кластеров в регионах страны. По итогам отбора из 94 заявок были поддержаны 25 ИТК, когда на 2017 г. их число увеличилось до 29 [10].

Согласно Федеральному закону от 31 декабря 2014 г. № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации» промышленный кластер (ПК) — совокупность субъектов деятельности в сфере промышленности, связанных отношениями в указанной сфере вследствие территориальной близости и функциональной зависимости и размещенных на территории одного субъекта Российской Федерации или на территориях нескольких субъектов Российской Федерации [11]. В соответствии с постановлением Правительства РФ от 31 июля 2015 г. № 779, по состоянию на 2017 г. в реестр Минпромторга России включено 20 промышленных кластеров, расположенных в 21 субъекте Российской Федерации [12].

Согласно приказу Минэкономразвития России от 25.03.2015 г. № 167, центр кластерного развития (ЦКР) — юридическое лицо или структурное подразделение юридического лица, которое относится к инфраструктуре поддержки малого и среднего предпринимательства и одним из учредителей которого является субъект Российской Федерации, для выявления кластерных инициатив, содействия

координации проектов субъектов малого и среднего предпринимательства, обеспечивающих развитие территориальных кластеров, в том числе инновационных территориальных кластеров, и обеспечения кооперации участников территориальных кластеров между собой. Отметим, что сам ЦКР не выступает в роли участника кластера, а предназначен для создания условий эффективного взаимодействия [13]. В соответствии с постановлением Правительства РФ от 30.12.2014 г. № 1605, на 2017 г. количество кластеров поддерживаемых ЦКР составляет 57 [14].

За несколько лет существования, российские кластеры распределились по всем федеральным округам. Несмотря на охват территории, прослеживается, что некоторые регионы страны имеют достаточно низкую вовлеченность в процесс образования кластеров (рис. 1).

На основании приведенных определений и проведенного анализа, российский кластер, независимо от его типа и статуса, в большинстве случаев это добровольно скоординированное объединение в рамках конкретного соглашения, не являющийся юридическим лицом, участники которого взаимодействуют по принципу географической близости с целью получения синергетического эффекта. Однако, взаимосвязь субъектов кластера по территориальной близости, не всегда является критерием экономической целесообразности.

В этой связи, предлагается рассмотреть вариант кластерного подхода в пределах одного региона РФ, основная суть которого заключается в принципе взаимодействия с точки зрения выявления наиболее перспективных участников. На рис. 2 изображено взаимодействие участников ДО и ПОСЛЕ предлагаемого варианта.

Для этого потребуется использовать предварительную оценку субъектов кластера, которая также может быть применима для пересмотра состава действующих кластеров. Обратим внимание на существующие методы оценки:

- количественная оценка (на основе статистической информации);
- качественная оценка (многообразие методов по принципу экспертных оценок);
- комплексная оценка (совокупность методов количественной и качественной оценки).

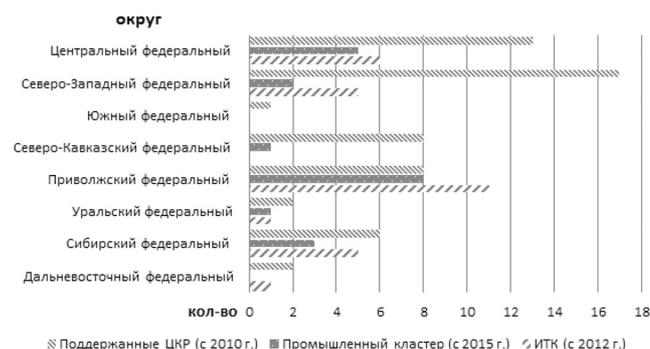


Рис. 1. Сводная статистическая информация [10, 15]

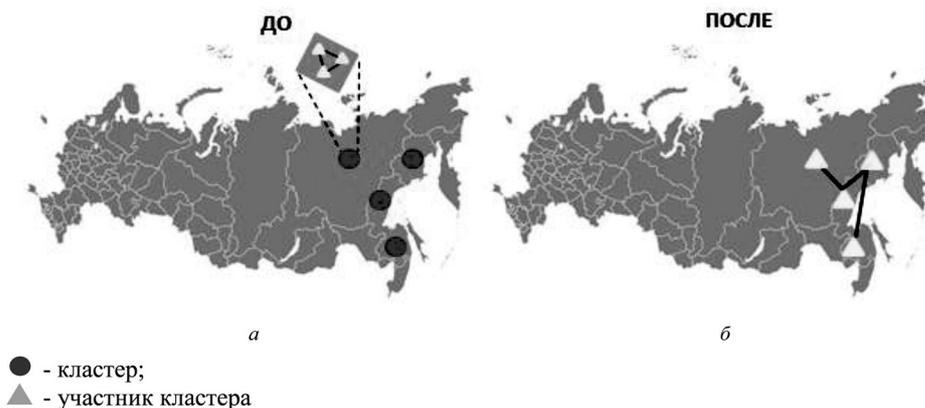


Рис. 2. Взаимодействие участников кластера: а – версия ДО (по географической близости); б – версия ПОСЛЕ (по предварительной оценке)

В рамках исследовательской работы Дальневосточного федерального университета предложена комплексная оценка, основанная на теории нечетких множеств и нечеткой логики. Сегодня данная теория рассматривается как стандартный метод моделирования и проектирования в области управления и принятия решений [16-19]. При разработке оценки была задействована вычислительная система MATLAB, содержащая пакет прикладных программ Fuzzy Logic Toolbox, предназначенных для выполнения необходимых действий в построении математических моделей [20-22].

Перед использованием оценки, были определены основные элементы кластеров трех типов изображенные на рис. 3, где на примере каждого элемента рассмотрен состав участников.

Выборочно оценив участников каждого элемента кластера конкретных типов, остановимся более подробно на элементе «инновационная инфраструктура». Можно согласиться, что данный элемент носит достаточно дискуссионный характер, так как исследователи выделяют разный состав его участников [23]. Ввиду этого отметим, что в данной работе инновационная инфраструктура включает в себя участников, обнаруженных в ходе анализа кластеров типа: ИТК, ПК, поддерживаемые ЦКР.

В качестве примера оценки участника, выбран бизнес-инкубатор (БИ) с универсальными множествами, который может быть в составе любого рассмотренного типа кластера.



Рис. 3. основополагающие элементы кластера типа: ИТК, ПК, поддерживаемые ЦКР [10]

Для начала работы в среде MATLAB, с целью построения модели предварительной оценки, определены следующие лингвистические переменные БИ:

- количество реализованных проектов (проекты);
- количество оказываемых услуг (услуги);
- время реализации проектов (реализация);
- территориальная удаленность (удаленность).

В процессе построения мат. модели, пакетом Fuzzy Logic Toolbox было предложено два алгоритма нечеткого логического вывода: Мамдани (Mamdani) [24] и Сугено (Sugeno) [25]. В рассматриваемом случае воспользоваться можно любым, результатом оценки будет одинаковый. Как видно из рис. 4, входные переменные БИ относятся к алгоритму Мамдани.

После внесения всех лингвистических переменных в соответствующие ячейки рабочего пространства, сформируем базу правил, которая выглядит следующим образом: «Если количество реализованных проектов низкое и количество оказываемых услуг низкое и время реализации проектов долгое и территориальная удаленность большая, то оценка равна одному» и т. д. Упрощенно, ряд правил может иметь символический вид: «1 (низкое) 1 (низкое) 1 (долгое) 1 (большая), (равно) 1».

Совершив необходимые для построения математической модели операции, получен результат, представленный на рис. 5.

Основной недостаток построенной модели в том, что при входе 4 переменных (проекты, услуги, реализация, удаленность) трехмерный график визуализирует сгенерированный результат только 2 переменных (проекты, услуги). Вследствие этого, предлагается поэтапно выстроить иерархию лингвистических переменных,

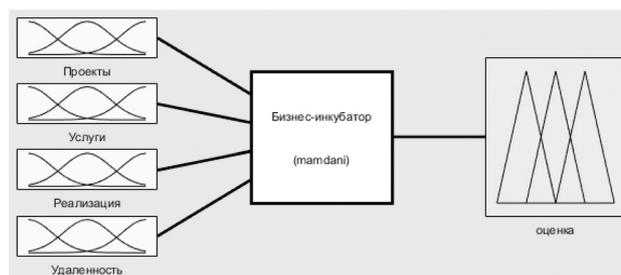


Рис. 4. Структура модели «оценка БИ»

соблюдая последовательность операций, с целью определения интегральной оценки БИ (рис. 6).

Как показано на рис. 6, иерархическая система имеет вид:

- а) первый этап оценки (входные переменные: проекты, услуги);
- б) второй этап оценки (входные переменные: удаленность, реализация);
- в) третий этап оценки (входные переменные: результат первого этапа оценки, результат второго этапа оценки).

Полученная математическая модель интегральной оценки БИ демонстрирует, что первый этап оценки (количество реализованных проектов и количество оказываемых услуг) наиболее значим, относительно второго (время реализации проектов и территориальная удаленность), что может соответствовать действительности.

Рассмотрев пример оценки БИ, одного из участников элемента инновационной инфраструктуры, в дальнейшем, при формировании кластера необходимо оценить всех по аналогии участников основополагающих элементов.

На сегодняшний день использование кластерного подхода заняло одно из ключевых мест в социально-

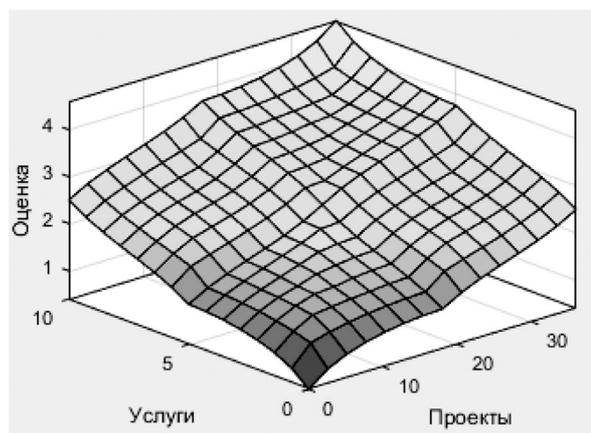


Рис. 5. Модель «неполноценная оценка БИ»

экономическом развитии Российской Федерации. Предпосылки образования кластеров создаются на основе предприятий, реализующих конкурентный потенциал территории с высокой динамикой производства.

В ходе исследования выявлено, что в большинстве случаев субъекты кластеров взаимодействуют по принципу географической близости, что не всегда

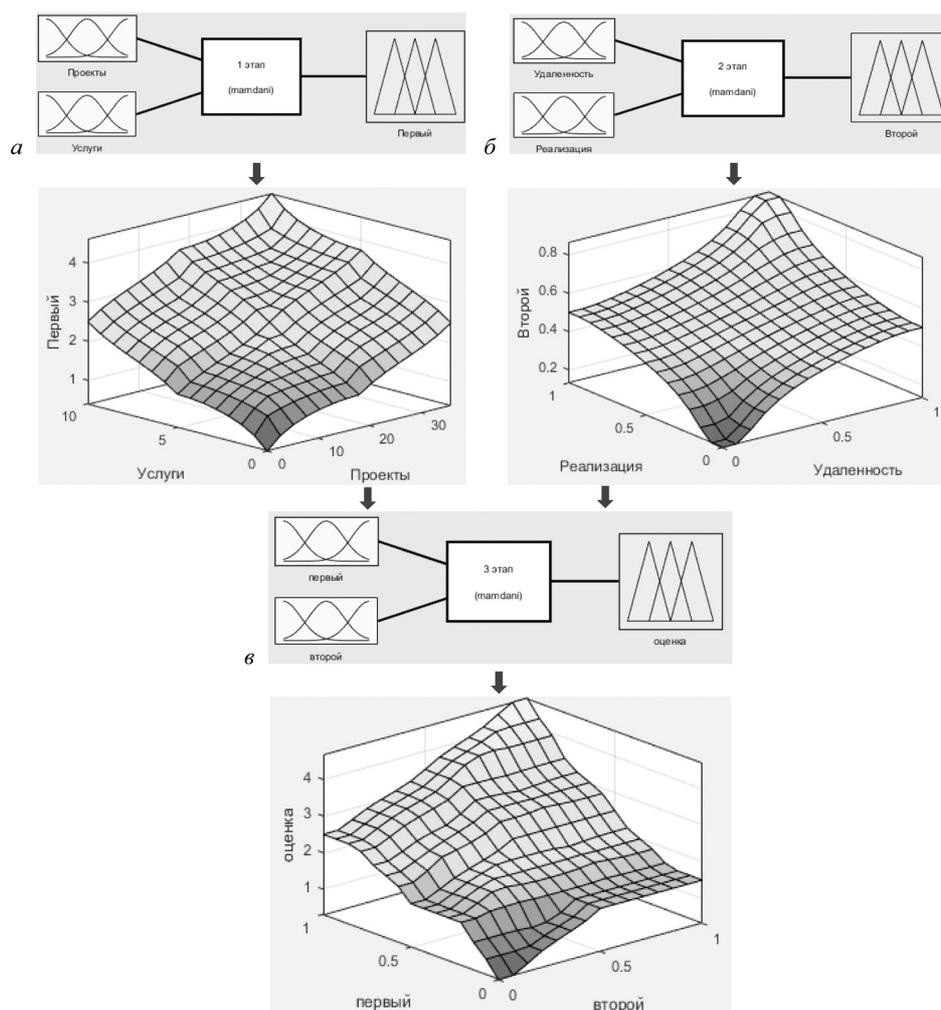


Рис. 6. Результат моделирования «оценка БИ»: а — первый этап оценки (входные переменные: проекты, услуги); б — второй этап оценки (входные переменные: удаленность, реализация); в — третий этап оценки (входные переменные: результат первого этапа оценки, результат второго этапа оценки)

является экономически целесообразным. В связи с чем предложен вариант кластерного подхода, основанный на предварительной оценке участников кластера, разработанной посредством математического моделирования.

Взаимодействие участников любого типа кластера по предварительной оценке может привести:

- к координации усилий по повышению инновационной активности территориально удаленных субъектов кластера;
- процессу ускоренного социально-экономического развития регионов;
- интенсификации механизмов государственно-частного партнерства;
- расширению границ международной коллаборации.

Задействованная в работе теория нечетких множеств и нечеткой логики, рассмотрена как компонент разработки оценки в контексте решения экономических задач с использованием вычислительной системы MATLAB. Основная особенность оценки, ориентация на построение моделей учитывающих неточность исходных данных с целью принятия последующих решений.

Таким образом, в случае получения допустимо возможных результатов оценки участников кластера на конкретном примере, теоретическая концепция может стать основой для научной обоснованности и практической применимости подобного типа предлагаемой оценки.

Список использованных источников

1. М. Е. Porter. Location, competition, and economic development: Local clusters in a global economy//Economic Development Quarterly, Feb2000, Vol. 14 Issue 1. P. 15-20.
2. Методические рекомендации по реализации кластерной политики в субъектах Российской Федерации. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_113283.
3. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. <http://base.garant.ru/194365>.
4. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г. <http://government.ru/docs/9282>.
5. Министерство промышленности и торговли РФ (официальный сайт). <http://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news>.
6. Ассоциация кластеров и технопарков (официальный сайт). <http://akitrf.ru>.
7. Государственная программа Российской Федерации «Экономическое развитие и инновационная экономика». <http://government.ru/programs/225/events>.
8. Государственная программа Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности». <http://government.ru/programs/203/events>.
9. Методические материалы по разработке и реализации программы развития инновационно-территориального кластера. <http://economy.gov.ru/minec/about/structure/depino/201405216>.
10. Российская кластерная обсерватория. <http://cluster.hse.ru>.
11. Федеральный закон от 31 декабря 2014 г. № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации». <https://rg.ru/2015/01/12/promyshlennost-dok.html>.
12. Реестр промышленных кластеров. https://www.gisip.ru/reg_clusters.
13. Приказ Министерства экономического развития РФ от 25 марта 2015 г. № 167 «Об утверждении условий конкурсного отбора субъектов Российской Федерации, бюджетам которых предоставляются субсидии из федерального бюджета на государственную поддержку малого и среднего предпринимательства, включая крестьянские (фермерские) хозяйства, и требований к организациям, образующим инфраструктуру поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства». <http://base.garant.ru/70940868>.
14. Постановление Правительства РФ от 30 декабря 2014 г. № 1605 «О предоставлении и распределении субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на государственную поддержку малого и среднего предпринимательства, включая крестьянские (фермерские) хозяйства в 2015 г.». <http://base.garant.ru/70836848>.
15. Геоинформационная система (индустриальные парки, технопарки, кластеры). <https://www.gisip.ru>
16. С. Д. Штовба. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. М.: Горячая линия – Теле-ком, 2007.
17. М. А. Горькавый, А. И. Горькавый. Интеллектуальные системы в задачах управления техническими и организационно-технологическими процессами: учеб. пособие. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАИТУ», 2016. 117 с.
18. А. В. Леоненков. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
19. Д. Б. Соловьев, А. И. Макеева. Использование инструментов государственной поддержки для интеграции науки и бизнеса, на примере Дальневосточного федерального университета// Современная экономика: проблемы и решения. № 5, 2016. С. 25-29. <http://dx.doi.org/10.17308/meps.2016.5/1398>.
20. L. A. Zadeh. Fuzzy sets//Information and Control. 1965. № 8. P. 338-353.
21. L. A. Zadeh. Fuzzy logic//IEEE Transactions on Computers, vol. 21, no. 4. 1988. P. 83-93.
22. Д. Б. Соловьев, П. И. Захарына. Перспективы инновационного развития Дальнего Востока: территории опережающего развития//Инновации. 2017. № 2. С. 74-80.
23. Н. А. Исмагилов, А. М. Мухамедьяров, Ю. Р. Хабибрахманова. Инновационная инфраструктура и ее элементы: опыт систематизации. http://www.bagsurb.ru/about/journal/Part%205_articles.pdf.
24. E. H. Mamdani. Advances in the linguistic synthesis of fuzzy controllers//International Journal of Man-Machine Studies, vol. 8, 1976. P. 669-678.
25. M. Sugeno. Fuzzy measures and fuzzy integrals: a survey/in M. M. Gupta, G. N. Saridis, and B. R. Gaines, eds. Fuzzy Automata and Decision Processes. North-Holland, New York, 1977. P. 89-102.

Use of algorithms of an indistinct conclusion for preliminary estimate of participants at cluster approach

D. B. Solovev, PhD, associate professor, head of an educational program «Innovatics».

S. S. Kuzora, graduate student.

A. E. Merkusheva, student.

(Department of Innovatics, quality, standardization and certification; Far Eastern federal university)

In article cluster approach as the tool which plays one of key roles in implementations of capacity of regions of the Russian Federation is considered. In the course of the research the main vector of activity and the key directions are determined by development of cluster initiatives. Based on the given analysis results of operating clusters of Russia, one of possible options of use of cluster approach which essence consists in preliminary estimate of participants of a cluster is considered. By development of assessment the theory of indistinct sets and a fuzzy logic oriented on creation of a mathematical model which considers incompleteness and inaccuracy of data was involved.

Article can be useful to experts of the indistinct sets showing theoretical and practical interest in the theory, a fuzzy logic and to mathematical simulation.

Keywords: cluster approach, assessment of participants of a cluster, theory of indistinct sets, fuzzy logic, mathematical simulation.