

КАЧЕСТВО И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРОДУКЦИИ

DOI: 10.36622/VSTU.2022.30.4.014

УДК 339.13:658

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ УРОВНЯ ЗРЕЛОСТИ УСТОЙЧИВОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КЛАСТЕРА

Т.А. Салимова, Н.Д. Гуськова, И.А. Иванова

Национальный исследовательский Мордовский государственный

университет имени Н.П. Огарёва, Россия, 430000, Саранск, ул. Большевикская ул., 68/1

Введение. *Инновационные промышленные кластеры рассматриваются учеными и практиками как движущая сила конкуренции, инноваций и экономического развития. Важнейшей характеристикой развития кластеров в контексте вызовов Индустрии 4.0 и необходимости достижения целей устойчивого развития ООН становится устойчивая конкурентоспособность. Подходы, используемые для оценки зрелости кластеров, ориентированы в большей степени на анализ процессов управления и достигаемых экономических результатов. Целью данного исследования является разработка методического подхода, позволяющего измерить зрелость устойчивой конкурентоспособности кластера с учетом экологических, экономических, социальных и институциональных аспектов.*

Данные и методы. *Методология проведенного исследования базировалась на использовании общенаучных методов, а также методов сбора, систематизации, статистической обработки и критического анализа качественных и количественных показателей, отражающих уровень зрелости кластеров, их конкурентоспособности и нацеленности на устойчивое развитие. В процессе исследования проведена идентификация ключевых компонентов устойчивой конкурентоспособности кластера. В качестве обоснованного инструмента оценки устойчивой конкурентоспособности кластерного образования был использован метод анализа иерархий.*

Полученные результаты. *Идентифицированы уровни зрелости устойчивой конкурентоспособности инновационного промышленного кластера: неопределенность, осознание, рост, мудрость и уверенность; разработана модель и построен интегральный показатель оценки устойчивой конкурентоспособности с учетом определенных критериев, индикаторов, границ изменения. Модель апробирована на примере российского промышленного кластера «Волоконная оптика и оптоэлектроника».*

Заключение. *Представленные разработки позволяют сформировать рекомендации по стратегическому управлению инновационными промышленными кластерными системами.*

Ключевые слова: *инновации, промышленность, кластер, устойчивая конкурентоспособность, уровень зрелости, метод анализа иерархий*

Сведения об авторах:

Салимова Татьяна Анатольевна (tasalimova@yandex.ru), д-р экон. наук, директор экономического института, профессор кафедры управления качеством

Гуськова Надежда Дмитриевна (guskov4nd@yandex.ru), д-р экон. наук, профессор кафедры менеджмента

Иванова Ирина Анатольевна (ivia16@mail.ru), канд. экон. наук, доцент кафедры статистики и информационных технологий в экономике и управлении

On authors:

Salimova, Tatiana A. (tasalimova@yandex.ru), Doctor of Economics, Director of the Institute of Economics, Professor of the Department of Quality Management

Guskova Nadezhda D. (guskov4nd@yandex.ru), Doctor of Economics, Professor of the Management Department

Ivanova Irina A. (ivia16@mail.ru), PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor, Department of Statistics and Information Technology in Economics and Management

Для цитирования:

Салимова Т.А. Методический подход к оценке уровня зрелости устойчивой конкурентоспособности инновационного промышленного кластера / Т.А. Салимова, Н.Д. Гуськова, И.А. Иванова // Организатор производства. 2022. Т.30. № 4. С. 149-164. DOI: 10.36622/VSTU.2022.30.4.014

METHODOLOGICAL APPROACH TO ASSESSING THE LEVEL OF MATURITY OF SUSTAINABLE COMPETITIVENESS OF AN INNOVATIVE INDUSTRIAL CLUSTER

T. A. Salimova, N.D. Guskova, I.A. Ivanova

National Research Mordovian State University,

Russia, 430000, Saransk, 68/1 Bolshevitskaya str.

Introduction. *Innovative industrial clusters are considered by scientists and practitioners as a driving force of competition, innovation and economic development. The most important characteristic of cluster development in the context of the challenges of Industry 4.0 and the need to achieve the UN Sustainable Development Goals is sustainable competitiveness. The approaches used to assess the maturity of clusters are focused on assessing the maturity of cluster management and the economic results achieved. The purpose of this study is to develop a methodological approach to measure the maturity of sustainable competitiveness of the cluster, taking into account environmental, economic, social and institutional aspects.*

Data and methods. *The maturity levels of sustainable competitiveness of innovative industrial cluster were identified: uncertainty, awareness, growth, wisdom and certainty; a model was developed and an integral indicator for assessing sustainable competitiveness was constructed taking into account certain criteria, indicators, boundaries of change. The model is tested on the example of the Russian industrial cluster "Fiber Optics and Optoelectronics".*

Results. *We have proposed an author's method of assessing the maturity levels of sustainable competitiveness of innovative industrial cluster, a model of assessment was developed and an integral indicator for assessing sustainable competitiveness was constructed taking into account certain criteria, indicators, boundaries of change. The model was tested on the example of the Russian industrial cluster "Fiber Optics and Optoelectronics".*

Conclusion. *The presented developments allow the formation of a number of recommendations for strategic management of the innovative industrial cluster systems.*

Keywords: *innovation, industry, cluster, sustainable competitiveness, maturity level, hierarchy analysis method*

For citation:

Salimova T.A. Methodological approach to assessing the level of maturity of sustainable competitiveness of an innovative industrial cluster / T.A. Salimova, N.D. Guskova, I.A. Ivanova // Organizer of Production. 2022. Vol. 30. No. 4. Pp. 149-164. DOI: 10.36622/VSTU.2022.30.4.014

Введение

Актуальная повестка международной и национальной кластерной политики заключается в обеспечении устойчивого экономического развития и конкурентоспособности промышленных кластеров с высоким уровнем инновационного, экономического,

инфраструктурного, кадрового потенциалов, социальной ответственности, инвестиционной привлекательности и экологической безопасности.

Активное применение кластерного подхода к развитию экономики в России обусловлено принятием в 2008 г. Концепции долгосрочного социально-экономического

развития страны до 2020 г. [1], Стратегии инновационного развития России до 2020 года [2]. В соответствии с Федеральным законом от 31 декабря 2014 года № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации» под промышленным кластером понимается «совокупность предприятий, осуществляющих деятельность в сфере промышленности, связанных отношениями территориальной близости и функциональной зависимости и размещенных на территории одного или нескольких регионов России» [3]. Принятая в апреле 2014 года государственная программа Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» содержит подпрограмму 7 «Развитие промышленной инфраструктуры и инфраструктуры поддержки деятельности в сфере промышленности». Реализация мероприятий обозначенной подпрограммы, в частности, должна обеспечить к 2030 году создание не менее 98 промышленных кластеров, а также увеличение объема внебюджетных инвестиций на реализацию совместных проектов участников промышленных кластеров до 26 млрд. рублей [4].

Кластерная политика в России реализуется усилиями двух национальных ведомств: Министерства экономического развития Российской Федерации и Министерства промышленности и торговли Российской Федерации. В соответствии с 488-ФЗ постановлением Правительства Российской Федерации от 31.07.2015 года № 779 были разработаны требования к промышленным кластерам [5]. За период с 2008 года в стране было реализовано более 110 кластерных инициатив, объединяющих в настоящее время более 3 тыс. предприятий и организаций и обеспечивающих порядка 1,3 млн. рабочих мест [6]. Многие из поддерживаемых промышленных кластеров являются межрегиональными, что позволяет создать новые и расширить существующие кооперационные цепочки [7]. Ключевые эффекты реализации кластерной политики в

России выражаются ростом таких показателей, как число участников промышленных кластеров, количество рабочих мест, производительность труда, объем ежегодных налоговых отчислений и др. [8].

Среди ключевых проблем развития российских кластеров, которые требуют решения с учетом современных вызовов Индустрии 4.0 и обозначенных ООН 17 целей устойчивого развития, следует выделить потребность в достижении устойчивой конкурентоспособности кластеров, позволяющей обеспечить большой синергетический эффект для участников кластера не только с позиции экономической выгоды, но и в контексте социальной и экологической ответственности. Исходя из этого требуются, во-первых, разработка целостного методологического подхода, позволяющего определить содержание устойчивой конкурентоспособности промышленного кластера, ее составляющие, характеристики уровней зрелости данного феномена, и, во-вторых, проведение комплексного измерения уровня зрелости устойчивой конкурентоспособности инновационных промышленных кластеров в целях выявления потенциала и перспектив дальнейшего кластерного развития.

Целью данного исследования является обоснование методологического подхода к оценке уровня зрелости устойчивой конкурентоспособности инновационных промышленных кластеров и его апробация.

Необходимость достижения цели требует решения следующих задач:

- определить содержание понятия «устойчивая конкурентоспособность инновационного промышленного кластера», идентифицировать ключевые критерии, индикаторы и показатели, определяющие устойчивую конкурентоспособность;
- выделить основные уровни зрелости конкурентоспособности инновационного промышленного кластера;

– разработать и апробировать методику оценки уровня зрелости инновационного промышленного кластера на основе моделирования интегрального показателя оценки устойчивой конкурентоспо-собности.

Объектом настоящего исследования является инновационная промышленная кластерная система.

Теория

Теория, концептуальные положения и методология устойчивой конкурентоспособности как комплексной характеристики развития кластерного образования в настоящее время получили свое развитие в исследованиях как отечественных, так и зарубежных исследователей.

Устойчивая конкурентоспособность является относительно новым понятием для экономической и управленческой теории, поэтому в научном сообществе отсутствует единый подход к содержанию, составляющим, методам и инструментам ее оценки.

На глобальном и национальном уровнях понятие и составляющие устойчивой конкурентоспособности были разработаны различными международными организациями. Серия отчетов о глобальной конкурентоспособности Всемирного экономического форума, начиная с 1979 года, ежегодно представляет результаты анализа показателей развития мирового сообщества как взаимосвязь между конкурентоспособностью, общим благосостоянием и экологической устойчивостью. В отчете о глобальной конкурентоспособности за 2020 были определены приоритеты развития экономики, и ее трансформации в контексте составляющих устойчивости: производительности, человека и планеты [9].

Помимо глобального и национального уровней устойчивая конкурентоспособность становится одной из ключевых характеристик деятельности отраслей и

компаний, что находит свое отражение в исследованиях. В исследовании [10] авторы построили международную модель устойчивой промышленной конкурентоспособности на основе модели М. Портера, учитывающую взаимосвязь факторов устойчивого развития и конкурентоспособности отрасли. Cavaco & Machado в 2015 г. предложили модель устойчивой конкурентоспособности, интегрирующую две концепции – устойчивости и тройного критерия для обеспечения конкурентных преимуществ организации. Этот подход также учитывает модели оценки бизнеса, такие как модель совершенства Европейского фонда менеджмента качества (EFQM) и модель операционного совершенства С.Синго [11]. Doyle & Perez-Alaniz в 2017 г. подчеркнули необходимость учета экологической и социальной составляющих как неотъемлемых характеристик устойчивой конкурентоспособности [12]. Салимова Т.А., Бирюкова Л.И., Шилкина А.Т., Хахалева Е. В. определили устойчивую конкурентоспособность предприятия как способность сохранять свое лидирующее положение в соответствующем сегменте рынка на основе разумного управления, социально ответственного поведения и взаимодействия с различными группами заинтересованных сторон, как в настоящем, так и в будущем [13]. Исследователи разработали модель устойчивой конкурентоспособности компании на основе моделей EFQM, ISO 9004:2018, 7S, 4P и др., а также Глобального индекса устойчивой конкурентоспособности (SolAbility) [14], адаптированных к трем измерениям устойчивого развития (экономическому, экологическому и социальному). В качестве компонентов модели были определены управленческий капитал, партнерство с заинтересованными сторонами, ресурсоэффективность и экологичность, социальный капитал, инновации и обучение, формирующие необходимые условия для достижения организационного совершенства

Качество и конкурентоспособность продукции

и устойчивого успеха организации благодаря эффективному лидерству и риск ориентированному подходу.

Для кластерных образований подходы к оценке эффективности и их ключевых эффектов актуализировались с начала 2000-х годов. В связи с этим возникла необходимость оценивать зрелость кластеров с учетом различных параметров, характеризующих их деятельность. При этом содержание модели зрелости кластера во

многом обусловлено целями проведения оценки. На рисунке 1 приведены некоторые модели оценки, которые в значительной степени ориентированы на оценку зрелости управленческих подходов, реализуемых в кластере, достигаемого синергетического эффекта для участников, институциональной поддержки и экономических результатов.

Модель зрелости	Уровни	Категория измерения
Европейская кластерная инициатива (2009) [17]	-бронзовый знак -серебряный знак -золотой знак	-структура кластера -типология -сотрудничество в области управления -финансирование кластера -организация стратегия управления -цели, услуги, достижения, признание
Российская кластерная обсерватория (2012) [18]	-низкий -средний -высокий	-статус кластера -организационное развитие
Кластерная лига (2012) [19]	-незрелый кластер -переходный период -зрелый кластер	-организация управления кластером -участники кластера (предприятия, научно-исследовательские институты, университеты и другие соответствующие заинтересованные стороны)
Модель зрелости Технополиса (2014) [20]	1 2 3 4 5	-наука и техника -образование -промышленность -социальный капитал -клиентский капитал -институциональная поддержка -финансы
Модель системной перспективы (2021) [21]	- целостность - возникновение - открытая система	-человеческий капитал и наличие профессиональной рабочей силы -инфраструктура - государственно-частное партнерство -поддержка финансирования и коммерциализации -инновационная корпоративная культура

Рис. 1. Модели измерения зрелости кластера

Fig. 1. Models for measuring cluster maturity

Источник: составлено авторами
Source: developed by the authors

Несмотря на наличие различных моделей, методология оценки зрелости кластеров остается непроработанной, на наш взгляд, в части:

- согласованности качественных и количественных характеристик, отражающих определенный уровень зрелости кластера;

- ориентации на оценку конкурентоспособности кластеров;

- нацеленности на устойчивое развитие и гармоничное сочетание экологической, экономической и социальной составляющих в оцениваемых областях, как с позиции реализуемых подходов, так и в контексте достигнутых результатов;

- интеграции характеристик конкурентоспособности и устойчивости кластеров.

В исследовании [15] авторы разработали четырехкомпонентную модель оценки эффективности кластерных инициатив и апробировали ее на основе более 500 кластерных образований, что позволило оценить прогресс в их инновационной активности, обеспечении конкурентоспособности, достижении целей финансовой устойчивости. Martínez-Marín, Puello-Pereira & Ovallos-Gazabon [16] в 2020 г. выделили в качестве факторов компетентности кластера организационное, экономическое, финансовое, производственное управление, управление продажами и управление кластером, а также инновационное развитие. Для определения уровня конкурентоспособности кластера они использовали методологию системной динамики.

Активное развитие кластеров как драйверов не только экономического, технологического, но и экологического и социального развития в контексте устойчивой конкурентоспособности, требует необходимости совершенствования методологического подхода к ее оценке, уточнения критериев, индикаторов и показателей. Логично предположить, что выбор критериев оценки устойчивой

конкурентоспособности инновационных промышленных кластеров должен быть ориентирован на его сбалансированность как социо-эколого-экономической системы, так и на долгосрочную конкурентоспособность. Таким образом, уточнение методологического подхода к оценке уровня зрелости инновационных промышленных кластеров на основе модели устойчивой конкурентоспособности и его апробация являются актуальными.

Данные и методы

Анализ устойчивой конкурентоспособности кластеров рассматривается как многокритериальная задача со сложной иерархической архитектурой, влияющей на принятие управленческих решений.

Адаптация для целей исследования решетки зрелости Ф. Кросби, как наиболее часто используемого инструмента для оценки уровня зрелости различных объектов и экономических систем, позволила идентифицировать 5 уровней зрелости устойчивой конкурентоспособности кластера: неопределенность, осознание, рост, мудрость, уверенность, и создать основу для разработки оценочной модели. В качестве инструмента оценки устойчивой конкурентоспособности кластерного образования был применен метод анализа иерархий, который предполагает построение на основе экспертных оценок альтернативных решений посредством их многокритериального рейтинга [22, 23]. В соответствии с названным методом были выполнены основные этапы решения проблемы:

- идентификация проблемы и/или цели моделирования - построение интегрального показателя устойчивой конкурентоспособности кластеров;

- иерархическая декомпозиция устойчивой конкурентоспособности кластеров, выделение четырех фундаментальных компонент Р₁-Р₄ (социальной, экономической, экологической и институциональной) устойчивой

конкурентоспособности кластеров и их локальных индикаторов (K_{1.1}-K_{4.6});

- определение относительных весов и векторов приоритетов для каждого уровня иерархии (основных компонентов и их локальных критериев) на основе экспертных оценок путем построения матриц попарных сравнений в рамках каждой иерархии;

- проверка согласованности экспертных оценок на основе математико-статистических методов (усреднения экспертных оценок внутри согласованной группы или классификации при отсутствии согласованности);

- выявление уровней зрелости кластеров и определение соответствующих интервальных количественных оценок по каждому локальному критерию.

Проверка согласованности и усреднении мнений была проведена с помощью решения задач целочисленного программирования (в частности вычисления медианы Кемени [24] как эмпирического среднего в пространстве нечисловой природы (1) - (2):

$$M^*(P_1, \dots, P_m) = \text{Arg min } \sum_{k=1}^m d(P, P_k) \quad (1)$$

$$\sum_{k=1}^m d(P, P_k) = \sum_{i < j} \sum_{k=1}^m d_{ij}(P, P_k) \quad (2)$$

С помощью экспертных оценок выявили приоритеты, на основе которых построили матрицы попарных сравнений для каждого локального подхода к устойчивой конкурентоспособности кластеров, элементы e_{jk} которых определяются как степень предпочтения одной оценки другой в виде (3):

$$e_{jk} = \begin{cases} 0, & \text{если } a_j < a_k \\ 1, & \text{если } a_j > a_k \end{cases} \quad (3)$$

где $j, k=1, 2, \dots, m; i=1, 2, \dots, n$.

Найденные медианы Кемени и являются результатами ранжирования локальных критериев, построения матриц попарных сравнений и определения вектора

приоритетов (весов) основных составляющих (P₁-P₄) (4) и их локальных критериев (K_{1.1}-K_{4.6}) (5) – (8) интегральной оценки устойчивой конкурентоспособности кластеров (9).

Используя базы статистических данных, были построены интервалы количественных значений локальных критериев для пяти возможных уровней зрелости (табл. 1). Оценки приоритетности основных составляющих и критериев устойчивой конкурентоспособности кластеров проведены с учетом показателей достижения 17 целей устойчивого развития [25].

Результаты

Результаты литературного обзора и проведенного исследования позволили определить устойчивую конкурентоспособность кластера как способность кластерного образования в целом и отдельных его участников сохранять свое лидирующее положение в соответствующем сегменте рынка в условиях нестабильной внешней среды, ужесточения конкуренции, глобальных вызовов современности, основываясь на разумном управлении, реализации риск-ориентированного подхода, внедрении инноваций, перспективных, в том числе цифровых и энергосберегающих технологий, сохраняя и приумножая природный капитал, реализуя социально ответственную и этическую модель поведения, позволяющую удовлетворять потребности различных групп заинтересованных сторон не только в текущей, но и в долгосрочной перспективе.

Для определения ключевых составляющих устойчивой конкурентоспособности был проведен опрос руководителей структур, осуществляющих управление и контроль за функционированием промышленных кластеров, а также руководителей хозяйствующих субъектов, входящих в кластерные образования. Опрашиваемые ориентировались на классическое триединство экономики, экологии и социальной ответственности бизнеса,

расширив его институциональными аспектами управления, характерными для кластерных образований и предполагающими проведение анализа и оценки состояния внутренней и внешней макросреды через призму риск ориентированного мышления. Кроме того, участники опроса отмечали включенность кластеров в инновационную деятельность, в процессы по цифровой трансформации национальной экономики, развитие перспективных производственных и управленческих технологий, нацеленность отдельных хозяйствующих субъектов и кластеров в целом на «устойчивый успех» не только в экономической, но и в социальной сфере, в том числе в вопросах обеспечения безопасности, деловой репутации и выстраивания диалога с разными группами заинтересованных сторон.

Поскольку устойчивая конкурентоспособность кластерного образования представляет собой интегральную характеристику экономических, экологических, социальных и институциональных аспектов его деятельности, то оценка уровня его зрелости на основе метода анализа иерархий с учетом экспертно-статистических методов предполагает, на наш взгляд, декомпозицию устойчивой конкурентоспособности и выявление ее четырех основополагающих составляющих P_1 - P_4 (социальной, экономической, экологической и институциональной) и соответствующих их локальных индикаторов ($K_{1.1}$ – $K_{4.6}$). Сбор экспертных оценок данных был осуществлен в конце 2021 г. в рамках опроса, проведенного с использованием сервиса GoogleDocs. По результатам опроса обобщены мнения 150 участников.

На основе экспертных оценок приоритетности, согласно методу анализа иерархий, построена матрица попарных сравнений четырех составляющих, на основе которой построен интегральный показатель оценки устойчивой конкурентоспособности кластеров (4).

$$I = 0,235 \cdot P_1 + 0,294 \cdot P_2 + 0,265 \cdot P_3 + 0,206 \cdot P_4 \quad (4)$$

где

P_1 – экологическая составляющая;

P_2 – социальная составляющая,

P_3 – экономическая составляющая,

P_4 – институциональной составляющая.

С целью определения весов индикаторов каждой составляющей (P_1 , P_2 , P_3 , P_4) построены матрицы попарных их сравнений, с помощью свертки которых в вектор и последующего нормирования, получены модели экологической (P_1), социальной (P_2), экономической (P_3) и институциональной (P_4) составляющих устойчивой конкурентоспособности кластеров (5) – (8).

$$P_1 = 0,333 \cdot K_{1.1} + 0,167 \cdot K_{1.2} + 0,167 \cdot K_{1.3} + 0,333 \cdot K_{1.4} \quad (5)$$

где

$K_{1.1}$ – Доля текущих затрат на охрану окружающей среды, % от выручки;

$K_{1.2}$ – Доля инвестиций в основной капитал, направленных на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, % от общего объема инвестиций в основной капитал;

$K_{1.3}$ – Доля утилизированных и обезвреженных отходов производства и потребления в организациях-участниках кластера, % от общего объема образовавшихся отходов;

$K_{1.4}$ – Улавливание (обезвреживание) загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, % от общего количества отходящих веществ.

$$P_2 = 0,028 \cdot K_{2.1} + 0,056 \cdot K_{2.2} + 0,139 \cdot K_{2.3} + 0,167 \cdot K_{2.4} + 0,083 \cdot K_{2.5} + 0,111 \cdot K_{2.6} + 0,056 \cdot K_{2.7} + 0,028 \cdot K_{2.8} + 0,139 \cdot K_{2.9} + 0,111 \cdot K_{2.10} + 0,083 \cdot K_{2.11} \quad (6)$$

где

$K_{2.1}$ – Доля занятых в кластере относительно общей численности занятых в регионе, %;

Качество и конкурентоспособность продукции

$K_{2.2}$ – Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций-участников промышленного кластера, тыс.руб.;

$K_{2.3}$ – Затраты на охрану труда и обеспечение безопасности в организациях-участниках промышленного кластера в расчете на 1 занятого в кластере (фактические расходы на компенсации и средства индивидуальной защиты), тыс. руб.;

$K_{2.4}$ – Расходы на обучение персонала в расчете на 1 занятого в кластере, тыс. руб.;

$K_{2.5}$ – Доля персонала, занятого научными исследованиями и разработками, в общей численности персонала кластера, %;

$K_{2.6}$ – Доля персонала с учеными степенями в общей численности персонала кластера, %;

$K_{2.7}$ – Прирост общего количества рабочих мест на предприятиях-участниках промышленного кластера на конец года, %;

$K_{2.8}$ – Доля высокопроизводительных рабочих мест на предприятиях-участниках промышленного кластера в общем количестве рабочих мест кластера, %;

$K_{2.9}$ – Удельный вес работников организаций, занятых во вредных и (или) опасных условиях труда, %;

$K_{2.10}$ – Производственный травматизм на предприятиях-участниках промышленного кластера в расчете на 1000 занятых в кластере, случаев;

$K_{2.11}$ – Коэффициент текучести персонала в организациях-участниках промышленного кластера, %.

Модель экономической составляющей P_3 устойчивой конкурентоспособности кластеров с учетом вектора приоритетов (весов) ее локальных критериев представлена в (7).

$$P_3 = 0,077 \cdot K_{3.1} + 0,051 \cdot K_{3.2} + 0,128 \cdot K_{3.3} + 0,103 \cdot K_{3.4} + 0,026 \cdot K_{3.5} + 0,154 \cdot K_{3.6} + 0,051 \cdot K_{3.7} + 0,026 \cdot K_{3.8} + 0,103 \cdot K_{3.9} + 0,077 \cdot K_{3.10} + 0,128 \cdot K_{3.11} + 0,026 \cdot K_{3.12} + 0,051 \cdot K_{3.13} \quad (7)$$

где

$K_{3.1}$ - Общий объем инвестиций в основной капитал участников промышленного кластера в расчете на 1 занятого в кластере, млн. руб.;

$K_{3.2}$ - Доля внебюджетных инвестиций в основной капитал участников промышленного кластера в общем объеме инвестиций в основной капитал кластера;

$K_{3.3}$ - Расходы на приобретение сырья, материалов, покупных полуфабрикатов и комплектующих изделий для производства и продажи продукции (товаров, работ, услуг) в расчете на 1 занятого в кластере, млн. руб.;

$K_{3.4}$ – Уровень износа основных производственных фондов, %;

$K_{3.5}$ – Уровень использования среднегодовой производственной мощности организаций-участников кластера, %;

$K_{3.6}$ – Доля расходов на импортные сырье, материалы, покупные изделия в общей величине расходов на сырье и материалы, %;

$K_{3.7}$ – Объем выработки на одного работника организаций-участников инновационного промышленного кластера, млн. руб.;

$K_{3.8}$ – Добавленная стоимость, создаваемая участниками промышленного кластера в расчете на 1 занятого в кластере, млн. руб.;

$K_{3.9}$ – Объем налоговых и таможенных платежей участников промышленного кластера в бюджеты всех уровней в расчете на 1 занятого в кластере, млн. руб.;

$K_{3.10}$ – Рентабельность проданных товаров, продукции, работ, услуг кластера, %;

$K_{3.11}$ – Объем прироста выручки, млн. руб.;

$K_{3.12}$ – Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг, %;

$K_{3.13}$ – Объем экспорта участниками кластера товаров собственного производства в расчете на 1 занятого в кластере, млн. руб.

Модель институциональной составляющей P_4 устойчивой

конкурентоспособности кластеров с учетом вектора приоритетов (весов) ее локальных критериев представлена в (8).

$$P_4 = 0,077 \cdot K_{4.1} + 0,154 \cdot K_{4.2} + 0,231 \cdot K_{4.3} + 0,308 \cdot K_{4.4} + 0,077 \cdot K_{4.5} + 0,154 \cdot K_{4.6} \quad (8)$$

где

$K_{4.1}$ – Наличие критической массы участников, число участников кластера, ед.;

$K_{4.2}$ – Доля малых и средних предприятий в общем числе участников промышленного кластера, %;

$K_{4.3}$ – Старт-ап активность (прирост количества малых и средних предприятий в кластере), %;

$K_{4.4}$ – Объем затрат участников и инфраструктуры кластера на научные исследования и разработки в расчете на 1 занятого в кластере, тыс. руб.;

$K_{4.5}$ – Доля отгруженных участниками промышленного кластера товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами, используемых другими предприятиями-участниками промышленного кластера в общем объеме отгруженных участниками кластера товаров собственного производства, выполненных работ и услуг, %;

$K_{4.6}$ – Доля отгруженных малыми и средними предприятиями-участниками

промышленного кластера товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами в общем объеме отгруженных участниками кластера товаров собственного производства, выполненных работ и услуг, %.

Таким образом, интегральный показатель устойчивой конкурентоспособности кластера имеет вид (9)

$$I = 0,235 \cdot (0,333 \cdot K_{1.1} + 0,167 \cdot K_{1.2} + 0,167 \cdot K_{1.3} + 0,333 \cdot K_{1.4}) + 0,294 \cdot (0,028 \cdot K_{2.1} + 0,056 \cdot K_{2.2} + 0,139 \cdot K_{2.3} + 0,167 \cdot K_{2.4} + 0,083 \cdot K_{2.5} + 0,111 \cdot K_{2.6} + 0,056 \cdot K_{2.7} + 0,028 \cdot K_{2.8} + 0,139 \cdot K_{2.9} + 0,111 \cdot K_{2.10} + 0,083 \cdot K_{2.11}) + 0,265 \cdot (0,077 \cdot K_{3.1} + 0,051 \cdot K_{3.2} + 0,128 \cdot K_{3.3} + 0,103 \cdot K_{3.4} + 0,026 \cdot K_{3.5} + 0,154 \cdot K_{3.6} + 0,051 \cdot K_{3.7} + 0,026 \cdot K_{3.8} + 0,103 \cdot K_{3.9} + 0,077 \cdot K_{3.10} + 0,128 \cdot K_{3.11} + 0,026 \cdot K_{3.12} + 0,051 \cdot K_{3.13}) + 0,206 \cdot (0,077 \cdot K_{4.1} + 0,154 \cdot K_{4.2} + 0,231 \cdot K_{4.3} + 0,308 \cdot K_{4.4} + 0,077 \cdot K_{4.5} + 0,154 \cdot K_{4.6}) \quad (9)$$

В таблице 1 представлены интервальные количественные оценки индикаторов уровней зрелости кластера для каждой основной составляющей устойчивой конкурентоспособности.

Таблица 1
Интервальные количественные оценки индикаторов уровня зрелости кластера на основе основных составляющих устойчивой конкурентоспособности

Table 1
Interval quantitative assessments of cluster maturity level indicators based on the main components of sustainable competitiveness

Индикатор	Оценки уровня зрелости				
	1	2	3	4	5
	Неопределенность	Осознание	Рост	Мудрость	Уверенность
<i>P₁ – Экологическая составляющая</i>					
$K_{1.1}$	< 0,25	[0,25;0,50)	[0,50;0,75)	[0,75;1,00]	> 1,00
$K_{1.2}$	< 1,00	[1,00;2,50)	[2,50;5,00)	[5,00;7,50]	> 7,50
$K_{1.3}$	< 20	[20;40)	[40;60)	[60;80]	> 80
$K_{1.4}$	< 20	[20;40)	[40;60)	[60;80]	> 80

Качество и конкурентоспособность продукции

Индикатор	Оценки уровня зрелости				
	1	2	3	4	5
	Неопределенность	Осознание	Рост	Мудрость	Уверенность
<i>P₂ – Социальная составляющая</i>					
K _{2.1}	< 20	[20;40]	(40;60]	(60;80]	> 80
K _{2.2}	< 30	[30;40]	(40;50]	(50;60]	> 60
K _{2.3}	< 9	[9;11]	(11;13]	(13;15]	> 15
K _{2.4}	< 100	[100;150]	(150;200]	(200;250]	> 250
K _{2.5}	< 0,5	[0,5;1,0]	(1,0;1,5]	(1,5;2,0]	> 2,0
K _{2.6}	< 0,01	[0,01;0,03]	(0,03;0,06]	(0,06;0,1]	> 0,1
K _{2.7}	< 15	[15;40]	(40;70]	(70;100]	> 100
K _{2.8}	< 50	[50;60]	(60;70]	(70;85]	> 85
K _{2.9}	> 55	[45;55]	[35;45)	[25;35)	< 25
K _{2.10}	> 2,1	[1,8;2,1]	[1,4;1,8)	[1,0;1,4)	< 1
K _{2.11}	> 50	(40;50]	(30;40]	[20;30]	< 20
<i>P₃ – Экономическая составляющая</i>					
K _{3.1}	< 1	(1;100]	(100;500]	(500;1000]	> 1000
K _{3.2}	< 50	[50;60]	(60;70]	(70;80]	> 80
K _{3.3}	< 0,5	[0,5;2,0]	(2,0;3,5]	(3,5;5,0]	> 5
K _{3.4}	> 60	(50;60]	(40;50]	(30;40]	< 30
K _{3.5}	< 50	[50;60]	(60;70]	(70;80]	> 80
K _{3.6}	> 70	(50;70]	(30;50]	(10;30]	< 10
K _{3.7}	< 1	[1;100]	(100;300]	(300;500]	> 500
K _{3.8}	< 0,5	[0,5;2,0]	(2,0;3,5]	(3,5;5]	> 5
K _{3.9}	< 0,3	[0,3;0,5]	(0,5;0,7]	(0,7;1]	> 1
K _{3.10}	< 10	[10;15]	(15;20]	(20;25]	> 25
K _{3.11}	< 10	[10;30]	(30;50]	(50;70]	> 70
K _{3.12}	< 5	[5;10]	(10;15]	(15;20]	> 20
K _{3.13}	< 1	[1;100]	(100;200]	(200;300]	> 300
<i>P₄ – Институциональная составляющая</i>					
K _{4.1}	(1;50]	(50;100]	(100;300]	(300;500]	>500
K _{4.2}	< 20	(20;40]	(40;60]	(60;80]	> 80
K _{4.3}	< 20	(20;40]	(40;60]	(60;80]	> 80
K _{4.4}	< 100	(100;200]	(200;300]	(300;500]	> 500
K _{4.5}	< 20	(20;30]	(30;40]	(40;50]	> 50
K _{4.6}	< 20	(20;30]	(30;40]	(40;50]	> 50

Источник: разработано авторами

Source: developed by the authors

Зная модели оценки интегрального показателя (4) устойчивой конкурентоспособности кластера и его локальных критериев (5) – (8), а также интервалы их

изменения (см. табл. 1) выделены пять уровней зрелости кластерных образований (табл. 2).

Интервальные оценки уровней кластерной зрелости на основе показателя устойчивой конкурентоспособности

Table 2

Interval estimates of cluster maturity levels based on the indicator of sustainable competitiveness

Уровень кластерной зрелости	Интервальная оценка
1. Неопределенность	(0; 2]
2. Осознание	(2; 4]
3. Просвещение	(4; 6]
4. Рост	(6; 8]
5. Уверенность	(8;10]

Источник: разработано авторами

Source: developed by the authors

В качестве объекта для апробации разработанного методологического подхода с учетом периода развития, подтвержденного официального статуса, состава участников, сформированности системы управления, доступности информационной базы, соответствия стратегических приоритетов развития кластеров принципам устойчивого

развития был определен кластер «Волоконная оптика и оптоэлектроника». Результаты оценки уровня зрелости устойчивой конкурентоспособности промышленного кластера «Волоконная оптика и оптоэлектроника» представлены в табл. 3.

Таблица 3

Уровень зрелости промышленного кластера «Волоконная оптика и оптоэлектроника»

Table 3

The maturity level of the Industrial Cluster "Fiber Optics and Optoelectronics"

Р1 (Экологическая составляющая)	Индикатор	Оценка кластера	Р2 (Социальная составляющая)	Индикатор	Оценка кластера	Р3 (экономическая составляющая)	Индикатор	Оценка кластера	Р4 (Институциональная составляющая)	Индикатор	Оценка кластера
	K _{1.1}	2		K _{2.1}	1		K _{3.1}	1		K _{4.1}	1
K _{1.2}	2	K _{2.2}	2	K _{3.2}	2	K _{4.2}	3				
		K _{2.3}	2	K _{3.3}	3						
K _{1.3}	4	K _{2.4}	1	K _{3.4}	2	K _{4.3}	1				
		K _{2.5}	2	K _{3.5}	2						
K _{1.4}	5	K _{2.6}	2	K _{3.6}	5	K _{4.4}	2				
		K _{2.7}	1	K _{3.7}	2						
P ₁	3,33	K _{2.8}	3	K _{3.8}	2	K _{4.5}	2				
		K _{2.9}	2	K _{3.9}	2						
P ₂	2,08	K _{2.10}	4	K _{3.10}	1	P ₄	1,85				
		K _{2.11}	3	K _{3.11}	3						
P ₃	2,51	P ₂	2,08	K _{3.12}	2	P ₄	1,85				
		P ₃	2,51	K _{3.13}	1						

Источник: разработано авторами

Source: developed by the authors

Используя расчетные оценки уровня зрелости устойчивой конкурентоспособности промышленных кластеров (табл. 3) и (4) получен интегральный показатель устойчивой конкурентоспособности кластера (10):

$$I_C = 0,235 \cdot 3,333 + 0,294 \cdot 2,083 + 0,265 \cdot 2,513 + 0,206 \cdot 1,846 = 2,442 \quad (10)$$

В соответствии с данными табл. 2, 3 и формулы (10) устойчивая конкурентоспособность кластера «Волоконная оптика и оптоэлектроника» характеризуется уровнем зрелости 2 «осознание». На данном этапе развиваются кооперационные связи между предприятиями-участниками, в состав кластера входят новые инфраструктурные организации. Однако для дальнейшего развития необходимы активизация и совершенствование сетевого взаимодействия участников кластера, прирост человеческих и финансовых ресурсов, повышение социо-эколого-экономической эффективности деятельности ядра кластера и всех участников.

Заключение

Устойчивая конкурентоспособность в настоящее время является наиболее комплексной характеристикой кластерного развития, позволяющей обеспечить большую синергию для участников кластера, кластерного образования в целом и соответствующей территории не только с позиции экономической выгоды, но и в контексте социальной и экологической ответственности. К положительным тенденциям можно отнести выдвижение инициатив по разработке и реализации международных подходов и национальных стратегий устойчивого развития общества, развитие нормативно-правовой базы и стандартизация отдельных аспектов управления в области устойчивого развития хозяйствующих субъектов, появление различных методов количественной и качественной оценки конкурентоспособности и устойчивого развития хозяйствующих

субъектов, усиление интеграционных процессов в управлении и менеджменте конкурентоспособности. К негативным относятся: разрозненные подходы к определению, обеспечению и управлению синергетическим эффектом кластерных образований; отсутствие единого подхода к определению факторов и компонентов конкурентоспособности и устойчивого развития кластеров ввиду неоднородности их структур и деятельности; несогласованность количественных и качественных методов оценки конкурентоспособности и устойчивого развития хозяйствующих субъектов; приоритет оценки управленческих подходов, реализуемых в кластере, перед оценкой конкурентоспособности и устойчивого развития хозяйствующих субъектов.

Проведенная оценка уровня зрелости (интегрального показателя и отдельных составляющих) устойчивой конкурентоспособности инновационных кластерных образований в промышленности подтверждает, что предложенный авторами методический подход позволяет определить уровень зрелости инновационных промышленных кластеров, и на этой основе выявить стратегические приоритеты обеспечения устойчивой конкурентоспособности в условиях глобальных вызовов. В качестве дальнейших перспектив исследования определено: развертывание предложенного подхода в практику деятельности других кластерных образований, а также развитие методологического подхода в части расширения инструментария качественной оценки.

Благодарности

Исследование проведено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (Проект №20-010-00550 А)

Библиографический список

1. Концепция долгосрочного социально-экономического развития

- Российской Федерации на период до 2020 года.
<https://cluster.hse.ru/mirror/pubs/share/212389364>
2. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года
<http://static.government.ru/media/files/4qRZEpm161xctpb156a3ibUMjILtn9oA.pdf>.
3. Федеральный закон «О промышленной политике в Российской Федерации»
http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_173119/
4. Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. N 328 "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности" (с изменениями и дополнениями)
<https://base.garant.ru/70643464/>
5. Постановление Правительства РФ от 31 июля 2015 г. N 779 "О промышленных кластерах и специализированных организациях промышленных кластеров" (с изменениями и дополнениями)
<https://base.garant.ru/71150302/>
6. Ассоциации кластеров, технопарков и ОЭЗ России <https://akitrf.ru/>
7. Особенности функционирования и государственной поддержки Промышленных кластеров
<https://www.akitrf.ru/upload/medialibrary/dbe/dbedad4933f423a224145ce6b984e0a1.pdf>
8. Здольникова С.В., Бабкин А.В., Бабкин И.А., Елисеев Е.В. Тенденции развития кластерных инициатив в российской промышленности // глава в монографии «Устойчивое развитие цифровой экономики и кластерных структур: теория и практика», Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. Санкт-Петербург, 2020. Издательство: Политех-Пресс С. 622-639.
9. The Global Competitiveness Report Special Edition 2020: How Countries are Performing on the Road to Recovery. https://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2020.pdf
10. Zhang, P. and London K. Towards an internationalized sustainable industrial competitiveness model. *Competitiveness Review: An International Business Journal Incorporating Journal of Global Competitiveness*, 2013, 23, 95-113. <https://doi.org/10.1108/10595421311305325>
11. Cavaco, N. M. and Machado V.A.C. Sustainable competitiveness based on resilience and innovation – an alternative approach. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 2015, 10, 155 - 164. <https://doi.org/10.1080/17509653.2014.975165>
12. Doyle, E. and Perez-Alaniz, M. From the Concept to the Measurement of Sustainable Competitiveness: Social and Environmental Aspects. *Entrepreneurial Business and Economics Review*, 2017, 5, 35-59. <https://doi.org/10.15678/EBER.2017.050402>
13. Salimova, T.A.; Biryukova, L.I.; Shilkina, A.T.; Khakhaleva, E.V. Towards a methodology of sustainable competitiveness of organization. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 2018, 9(11), 161–172. Available online: https://www.researchgate.net/publication/329732083_Towards_a_methodology_of_sustainable_competitiveness_of_organization
14. The Sustainable Competitiveness Report, 10th edition, Solability Sustainable Intelligence Solability Sustainable Intelligence, Zurich, Seoul, 2021, 72. Available online: <https://solability.com/the-global-sustainable-competitiveness-index/the-index>
15. Sölvell, Ö.; Lindqvist, G. and Ketels, C. *The Cluster Initiative Greenbook*. – Stockholm: Bromma tryck AB, 2003.
16. Martínez-Marín, S.; Puello-Pereira, N. and Ovallos-Gazabon, D.A. Cluster Competitiveness Modeling: An Approach with Systems Dynamics. *The Social Sciences*, 2020, 9, 12. <https://doi.org/10.3390/socsci9020012>
17. European Cluster Excellence Initiative, 2009. Available online:

https://ec.europa.eu/growth/industry/strategy/cluster-policy/european-clusters-excellence_en .

18. Российская кластерная обсерватория, <https://cluster.hse.ru>

19. Christensen, T.A.; Lämmer-Gamp T.; Meier zu Köcker, G. Let's Make a Perfect Cluster Policy and Cluster Programme SMART Recommendations for Policy Makers. Berlin/Copenhagen: VDI / VDE, 2012, 54. Available online: https://www.cluster-analysis.org/downloads/Clusters_web_singlepage_06092012.pdf

20. Technopolis Maturity Self-Assessment. General Informatics LLC, 2014. Available online: http://www.generalinformatics.com/GI_Cluster_Maturity_Model_Evaluation_Chart.pdf.

21. Klarin, A.; Sharmelly, R.; Suseno, Y. A Systems Perspective in Examining Industry Clusters: Case Studies of Clusters in Russia and India. *Journal of Risk and Financial Management*. 2021, 14(8), 367. <https://doi.org/10.3390/jrfm14080367>.

22. Saaty, T.L. How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 1990, 48, 9-26. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-1](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-1)

23. Saaty, T.L. Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary. *Eur. J. Oper. Res.*, 2003, 145, 85-91. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00227-8](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00227-8)

24. Kemeny, J.G.; Snell, J.L.; Thompson, G.L. Introduction to finite mathematics. New York: Prentice-Hall, 1957. <https://doi.org/10.2307/2309992>

25. Transforming our world: an Agenda for sustainable development for the period till 2030: Resolution by the UN General Assembly / A/RES/70/1, 2015. Available online: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>

Поступила в редакцию – 13 октября 2022 г.

Принята в печать – 02 ноября 2022 г.

Bibliography

1. The concept of long-term socio-economic development of the country until 2020: approved by the decree of the Government of the Russian Federation dated November 17, 2008 № 1662-р. Available online: <http://static.government.ru/media/files/aaooFKSheDLiM99HEcyrygytfmGzrnAX.pdf>.

2. The strategy of innovative development of Russia until 2020: approved by the decree of the Government of the Russian Federation of December 8, 2011 № 2227-р. Available online: <http://static.government.ru/media/files/4qRZEpm161xctpb156a3ibUMjILtn9oA.pdf>.

3. Federal Law of December 31, 2014 № 488-FZ “On Industrial Inspection in the Russian Federation”. Available online: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_173119/.

4. The State program of the Russian Federation “Development of industry and improvement of its competitiveness”: approved by the Decree of the Government of the Russian Federation of April 15, 2014 № 328. Available online: <https://base.garant.ru/70643464/>.

5. Decree of the Government of the Russian Federation of July 31, 2015 № 779 “On Industrial Clusters and Specialized organizations of industrial clusters”. Available online: <https://base.garant.ru/71150302/>.

6. Cluster Development Association. Available online: <https://akitrf.ru/>.

7. Association of Clusters and Technoparks of Russia. Available online: <https://www.akitrf.ru/upload/medialibrary/dbe/dbedad4933f423a224145ce6b984e0a1.pdf>.

8. Zdolnikova, S.V.; Babkin A.V.; Babkin I.A.; Eliseev E.V. Trends in the development of cluster initiatives in Russian industry / Sustainable development of digital economy and cluster structures: theory and practice: Monograph / Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. - St. Petersburg: Polytech-Press, 2020, pp. 622-639. <https://doi.org/10.18720/IEP/2020.8/26> .

9. The Global Competitiveness Report Special Edition 2020: How Countries are Performing on the Road to Recovery. https://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2020.pdf
10. Zhang, P. and London K. Towards an internationalized sustainable industrial competitiveness model. *Competitiveness Review: An International Business Journal Incorporating Journal of Global Competitiveness*, 2013, 23, 95-113. <https://doi.org/10.1108/10595421311305325>
11. Cavaco, N. M. and Machado V.A.C. Sustainable competitiveness based on resilience and innovation – an alternative approach. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 2015, 10, 155 - 164. <https://doi.org/10.1080/17509653.2014.975165>
12. Doyle, E. and Perez-Alaniz, M. From the Concept to the Measurement of Sustainable Competitiveness: Social and Environmental Aspects. *Entrepreneurial Business and Economics Review*, 2017, 5, 35-59. <https://doi.org/10.15678/EBER.2017.050402>
13. Salimova, T.A.; Biryukova, L.I.; Shilkina, A.T.; Khakhaleva, E.V. Towards a methodology of sustainable competitiveness of organization. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 2018, 9(11), 161–172. Available online: https://www.researchgate.net/publication/329732083_Towards_a_methodology_of_sustainable_competitiveness_of_organization
14. The Sustainable Competitiveness Report, 10th edition, Solability Sustainable Intelligence Solability Sustainable Intelligence, Zurich, Seoul, 2021, 72. Available online: <https://solability.com/the-global-sustainable-competitiveness-index/the-index>
15. Sölvell, Ö.; Lindqvist, G. and Ketels, C. The Cluster Initiative Greenbook. – Stockholm: Bromma tryck AB, 2003.
16. Martínez-Marín, S.; Puello-Pereira, N. and Ovallos-Gazabon, D.A. Cluster Competitiveness Modeling: An Approach with Systems Dynamics. *The Social Sciences*, 2020, 9, 12. <https://doi.org/10.3390/socsci9020012>
17. European Cluster Excellence Initiative, 2009. Available online: https://ec.europa.eu/growth/industry/strategy/cluster-policy/european-clusters-excellence_en.
18. Российская кластерная обсерватория, <https://cluster.hse.ru>
19. Christensen, T.A.; Lämmer-Gamp T.; Meier zu Köcker, G. Let's Make a Perfect Cluster Policy and Cluster Programme SMART Recommendations for Policy Makers. Berlin/Copenhagen: VDI / VDE, 2012, 54. Available online: https://www.cluster-analysis.org/downloads/Clusters_web_singlepage_06092012.pdf
20. Technopolis Maturity Self-Assessment. General Informatics LLC, 2014. Available online: http://www.generalinformatics.com/GI_Cluster_Maturity_Model_Evaluation_Chart.pdf.
21. Klarin, A.; Sharmelly, R.; Suseno, Y. A Systems Perspective in Examining Industry Clusters: Case Studies of Clusters in Russia and India. *Journal of Risk and Financial Management*. 2021, 14(8), 367. <https://doi.org/10.3390/jrfm14080367> .
22. Saaty, T.L. How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 1990, 48, 9-26. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-1](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-1)
23. Saaty, T.L. Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary. *Eur. J. Oper. Res.*, 2003, 145, 85-91. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00227-8](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00227-8)
24. Kemeny, J.G.; Snell, J.L.; Thompson, G.L. Introduction to finite mathematics. New York: Prentice-Hall, 1957. <https://doi.org/10.2307/2309992>
25. Transforming our world: an Agenda for sustainable development for the period till 2030: Resolution by the UN General Assembly / A/RES/70/1, 2015. Available online: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>

Received – 13 October 2022

Accepted for publication – 02 November 2022