

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ И ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЕЕ УСТОЙЧИВОСТИ

Н. В. Шмелева¹, Д. Ю. Клегг², Д. Х. Михайлиди³

¹ Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», Москва, Россия

² ООО «Красное Эхо», Гусь-Хрустальный, Россия

³ Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики», Москва, Россия

¹ nshmeleva@misis.ru, ² info@red-echo.ru, ³ d.mikhailidi@eipc.center

Аннотация. *Актуальность и цели.* Современный кризис обозначил необходимость пересмотра промышленной политики с целью активизации интеграционных процессов для достижения устойчивого развития территорий. При экосистемной интеграции промышленности, науки, образования и бизнеса необходимо обеспечить сбалансированность вертикальных и горизонтальных связей для эффективного распределения экономических ресурсов, доступности инновационной инфраструктуры, знаний и технологий. Цель исследования состоит в развитии теории и методологии управления региональной интеграцией в контексте устойчивого развития промышленных территорий. *Материалы и методы.* Предложенный методический подход может быть использован в качестве комплексного инструментария повышения устойчивости промышленных территорий и экосистем. Авторский подход базируется на теории сложных синергетических систем и энтропии, как меры измерения уровня состояния системы (стационарное равновесное, нестационарное неравновесное и их комбинаций). *Результаты.* Доказано, что только при сбалансированности всех видов капиталов возможно устойчивое развитие территорий. Проведена оценка устойчивости промышленно-территориальной экосистемы Владимирской области на основе энтропийного подхода. Первоочередное внимание уделено предприятиям, объединяющимся вокруг стекольного производства. Внедрение полученных результатов в практику управления территориями позволит обеспечить интенсификацию экономической активности субъектов Российской Федерации, что в итоге отразится на росте макроэкономических индикаторов и улучшении социальных показателей развития регионов. *Выводы.* Устойчивое развитие территории следует рассматривать как процесс развития потенциала территории за счет формирования совокупного капитала. Разработка стратегий промышленных территорий должна осуществляться на основе коллаборативных связей с поставщиками, клиентами, дистрибьюторами и дилерами, научно-исследовательскими центрами, университетами, общественными и государственными организациями.

Ключевые слова: интеграционные процессы, территориально-промышленные экосистемы, стекольное производство, устойчивое развитие территорий, энтропийная устойчивость, сбалансированность капиталов

Финансирование: исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 23-28-01548 (URL: <https://rscf.ru/project/23-28-01548>).

Для цитирования: Шмелева Н. В., Клегг Д. Ю., Михайлиди Д. Х. Формирование территориально-промышленной экосистемы Владимирской области и подходы к оценке ее устойчивости // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2024. № 2. С. 23–34. doi: 10.21685/2227-8486-2024-2-2

FORMING A TERRITORIAL-INDUSTRIAL ECOSYSTEM IN THE VLADIMIR REGION AND ASSESSING ITS SUSTAINABILITY

N.V. Shmeleva¹, D.Yu. Clegg², D.Kh. Mikhailidi³

¹National University of Science and Technology "MISIS", Moscow, Russia

²Red Echo LLC, Gus-Khrustalny, Russia

³Scientific Research Institute "Environmental Industrial Policy Center", Moscow, Russia

¹nshmeleva@isis.ru, ²info@red-echo.ru, ³d.Mikhailidi@eipc.center

Abstract. *Background.* The crisis has highlighted the need to revise the industrial policy. In ecosystem integration of industry, science, education and business it is necessary to have a balance of vertical and horizontal links, as the sustainability of the territory's development is determined by such factors as: the level of links between functional ecosystems and actors within the ecosystem. In ecosystem integration of industry, science, education and business, it is necessary to ensure a balance of vertical and horizontal links for the effective distribution of economic resources, accessibility of innovation infrastructure, knowledge and technology. The aim of the study is to develop the theory and methodology of regional integration management in the context of sustainable development of industrial territories. *Materials and methods.* The methodological approach proposed in the article can be used as a comprehensive toolkit for improving the sustainability of industrial territories and ecosystems. The author's approach is based on the theory of complex synergetic systems and entropy as a measure of the system state level (stationary equilibrium, non-stationary non-equilibrium and their combinations). *Results.* It is proved that only with the balance of all types of capitals the sustainable development of territories is possible. Sustainability assessment of industrial-territorial ecosystem of Vladimir region based on entropic approach is carried out. The primary attention is paid to the enterprises uniting around glass production. The implementation of the obtained results in the practice of territorial management will ensure the intensification of economic activity of the subjects of the Russian Federation, which will eventually affect the growth of macroeconomic indicators and the improvement of social indicators of regional development. *Conclusions.* Sustainable development of the territory should be considered as a process of development of the territory's potential through the formation of aggregate capital. The development of strategies of industrial territories should be carried out since collaborative relations with suppliers, customers, distributors and dealers, research centers, universities, public and governmental organizations.

Keywords: integration processes, territorial-industrial ecosystems, glass industry, sustainable development of territories, entropic stability, capital balance

Financing: the study was supported by the Russian National Science Foundation Grant № 23-28-01548 (URL: <https://rscf.ru/project/23-28-01548>).

For citation: Shmeleva N.V., Clegg D.Yu., Mikhailidi D.Kh. Forming a territorial-industrial ecosystem in the Vladimir region and assessing its sustainability. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve* = *Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. 2024;(2):23–34. (In Russ.). doi: 10.21685/2227-8486-2024-2-2

Введение

Президентом Российской Федерации поставлены задачи устойчивого развития страны и сокращения отставания России от мировых технологических и экономических лидеров. Решение этих задач требует масштабных

стратегических решений, комплексного, целостного подхода к сбалансированному развитию промышленных территорий. Необходимость решения вопросов, связанных с обеспечением технологического суверенитета, привела к формированию новых цепочек создания конечного инновационного продукта и активизации интеграционных процессов. Преимущества интеграции проявляются во взаимной заинтересованности хозяйствующих субъектов при создании ценности, оптимальном распределении ресурсов и получении синергетических эффектов. Одной из наиболее обсуждаемых форм интеграции является экосистемное взаимодействие. Мооге впервые предложил концепцию «экосистемы бизнеса» в 1993 г. [1]. В этой модели на первый план выходят ценностное предложение и состав акторов экосистемы. Rong [2] построил математическую модель для изучения элементов промышленной инновационной экосистемы. Ritala [3] проанализировал механизм формирования ценности в промышленной экосистеме. Adner [4] доказал, что спилловер-эффекты, возникающие в промышленных инновационных экосистемах, способствуют технологическим инновациям и промышленному развитию через формирование межотраслевых связей. Wareham утверждает [5], что акторы промышленных экосистем должны функционировать на основе единой цифровой платформы. Б. Г. Клейнер [6] в своих исследованиях использует системный подход и рассматривает промышленные территориальные экосистемы как совокупность социально-экономических подсистем, обеспечивающих устойчивое развитие через обмен ресурсами. Dougherty [7] предположил, что создание территориально-промышленной экосистемы может обеспечить благоприятную среду для сотрудничества, а совместные инновации способствуют синергетическому развитию различных отраслей. Предлагают изучать экосистемное взаимодействие на макро-, мезо- и микроуровнях. Цифровая трансформация и применение современных цифровых технологий обеспечивают непрерывное развитие сетевых моделей взаимодействия, в том числе территориально-промышленных экосистем, в которых в качестве интегратора выступает цифровая платформа [8–11]. По результатам библиографического анализа публикаций в Scopus за 2017–2023 гг. было установлено, что количество публикаций по теории промышленных экосистем составило 28,9 % от общего количества публикаций, посвященных сетевой интеграции.

Под территориально-промышленной экосистемой авторы понимают «саморазвивающуюся систему, функционирующую на основе трансграничного взаимодействия бизнеса, промышленности, научного сообщества, государства через обмен энергией, в качестве которой выступают новые знания, технологии, информация или уникальные ресурсы» [12–14]. Экосистемный подход к развитию территорий позволяет более эффективно использовать ресурсы за счет выстраивания новых взаимосвязей между акторами и формирования инновационной среды.

Методы исследования

В соответствии с теорией сложных систем оценку устойчивости территориально-промышленной экосистемы возможно проводить с применением энтропийного подхода. «Все экономические процессы генерируют энтропию» [15–16]. Н. Кайтез в своем исследовании предложил «оценивать устойчивость социально-экономических систем через обесценивание капитала

на основе энтропийного подхода» [17]. Территориально-промышленная экосистема является сложной открытой системой. Открытые системы функционируют на принципах самоорганизации, что обеспечивает свободный вход и выход акторов в экосистему и, соответственно, образование новых связей [12]. В. Гейзенберг и А. Поздняков внесли значительный вклад в развитие методологии оценки систем, предложив теорию центрального порядка. «Самоорганизация акторов экосистемы территории возможна лишь тогда, когда существует негэнтропийный поток энергии (информации, знаний, компетенций, технологий, инноваций) из внешней среды, на который не требуется затрат энергии, вырабатываемой самим актором» [18]. К. Шеннон ввел понятие «мера энтропии экосистемы» [19]. Авторы адаптировали данное понятие для социально-экономических систем и разработали методический подход к оценке уровня использования совокупного капитала территориально-промышленной экосистемы (рис. 1).



Рис. 1. Система показателей, характеризующих устойчивость территориально-промышленной экосистемы (составлено авторами)

На рис. 2 представлен алгоритм оценки устойчивости территориально-промышленной экосистемы. Каждая функциональная экосистема зависит от поведения акторов и связей между ними.

«Методика расчета интегрального показателя качества жизни РИА Рейтинг предусматривает агрегирование показателей по группам – доход и занятость населения, безопасность проживания, здоровье, уровень образования и другие. Уровень использования человеческого капитала определяется отношением фактического показателя качества жизни к его максимально возможному значению (рейтинговый балл территории субъекта РФ с макси-

мальным значением показателя – качество жизни). Рейтинговый балл изменяется в диапазоне от 1 до 100» [20].

Оценка уровня финансового капитала проведена на основе расчета интегрального показателя инвестиционного климата по методике, предложенной Агентством стратегических инициатив [21].



Рис. 2. Алгоритм оценки уровня устойчивости территориально-промышленной экосистемы (составлено авторами)

«Энтропия объединения определяет совокупность возможных состояний, в которых может оказаться экосистема территории: стационарное равновесное; стационарное неравновесное; нестационарное равновесное; нестационарное неравновесное. Для открытых экосистем микроуровня, постоянно взаимодействующих друг с другом, признаком устойчивости является стационарное околоравновесное состояние или стационарное неравновесное состояние, когда энтропия экосистемы постоянна, но не равна своему максимальному значению при рассматриваемых условиях» [15].

Если провести аналогию с критериями устойчивого развития, то «стационарное равновесное состояние экосистемы соответствует сильной устойчивости, стационарное неравновесное состояние – слабой устойчивости, а при нестационарных состояниях – неустойчивому развитию» [16]. Соответственно, экосистема тем устойчивее, чем большими адаптивными возможностями она располагает.

Результаты

Апробация предложенной методики была проведена на примере территориально-промышленной экосистемы Владимирской области.

Владимирская область находится к востоку от Москвы, население – 1320 тыс. жителей. Отличительная особенность области – диверсифицированная экономика (рис. 3). «В структуре промышленного производства области из одиннадцати основных отраслей наибольший удельный вес занимают машиностроение и металлообработка, на долю которых приходится свыше 40 % объема выпускаемой машиностроительной продукции и пищевая промышленность. Высокие темпы развития наблюдаются также в стекольной промышленности (которая в большинстве статистических обзоров относится к промышленности строительных материалов, хотя именно во Владимирской области превалирует производство тарного и сортового стекла). В соответствии с официальными данными на долю области приходится свыше 46 % российского выпуска сортовой посуды, 25 % листового стекла (хотя крупный завод в г. Курлово значительно сократил выпуск листового стекла), 21 % стеклотары (бутылок, банок, флаконов из стекла). Укрепляет свои позиции химическая промышленность области (в подотраслях, которые с технологической точки зрения ближе к стекольной промышленности) с долей в общем объеме производства 4,7 %» [21]. «Формируются новые особые экономические зоны и перспективные промышленные центры за счет интеграции науки, образования и бизнеса» [23]. Среди других ключевых интеграционных проектов по интеграции промышленных предприятий можно выделить:

- химико-технологический образовательно-производственный кластер в г. Гусь-Хрустальном;
- стекольный кластер, активно формирующийся предприятиями стекольной отрасли;
- «Фармацевтическая долина» в поселке Вольгинский;
- «Лазерная долина» в городе Радужном;
- Национальный центр мембранных технологий, г. Владимир;
- «Алмазная долина» на территории Александровского района;
- Климатический кластер, в который вошли земли, здания и инфраструктура Технопарка «Русклимат ИКСЭл» на территории Киржачского района.

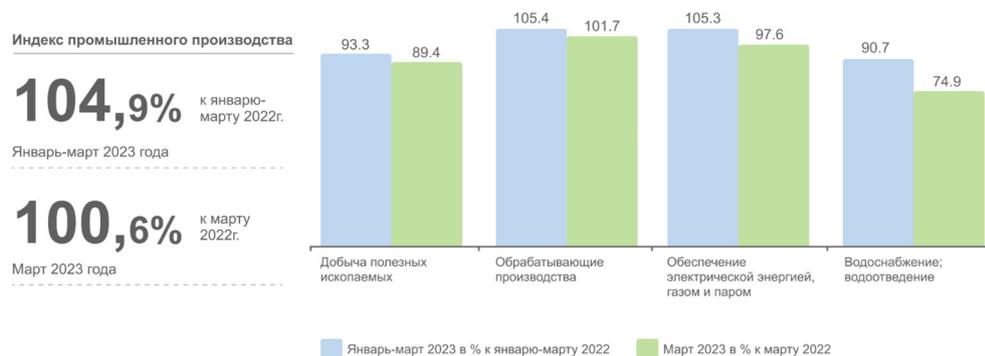


Рис. 3. Промышленное производство Владимирской области в 2023 г.

Ключевой вопрос, с которым сейчас сталкивается Владимирская область, – это кадровый дефицит и необходимость активного развития человеческого капитала. По данным Росстата, в первом полугодии 2023 г. число выбывших составило 3808 человек, т.е. миграция трудового населения продолжается [24]. Для того чтобы удержать молодых специалистов в регионе, необходимо повышать качество жизни, обеспечить гибкую и адаптивную систему подготовки кадров. Однако повышение качества жизни населения невозможно без пространственного развития территории.

В качестве исходной информации для оценки устойчивости территориально-промышленной экосистемы Владимирской области послужили данные Федеральной службы государственной статистики. Уровень использования капитала определен путем сравнения текущего и наилучшего значений показателя в рейтинге субъектов Российской Федерации (табл. 1). Совокупный капитал территории определен с использованием индексов рейтинговых агентств РАЕХ, «Зеленый патруль», РИА Рейтинг, Агентства стратегических инициатив [20, 22, 24, 25].

Таблица 1

Результаты расчета уровня использования капитала экосистемы территорий за 2019–2022 гг., в долях

Экосистема территории: уровень использования	Годы	Владимирская область
Человеческий капитал	2019	0,61
	2020	0,58
	2021	0,63
	2022	0,63
Производственный капитал	2019	0,57
	2020	0,60
	2021	0,55
	2022	0,56
Природный капитал	2019	0,70
	2020	0,74
	2021	0,77
	2022	0,79
Финансовый капитал	2019	0,87
	2020	0,88
	2021	0,88
	2022	0,89

Для оценки состояния устойчивости территории определим по адаптированному уравнению К. Шеннона энтропию уровня использования совокупного капитала территориальной экосистемы за 2019–2022 гг.:

$$H_{2022}(Vladimir) = -(0,63 \log_2 0,63 + 0,56 \log_2 0,56 + 0,79 \log_2 0,79 + 0,89 \log_2 0,89) = 1,41.$$

Наибольший уровень энтропии за анализируемый период наблюдался в 2019 г. (1,43). Далее энтропия постепенно снижалась и достигла 1,38 и 1,35 в 2020 г. и 2021 г. соответственно. Если провести аналогию с устойчивым развитием, то стационарное неравновесное состояние соответствует слабой

устойчивости. Однако с 2022 г. вновь наблюдается увеличение энтропии (1,41). Устойчивость экосистемы достигается за счет использования природного капитала. Для долгосрочного устойчивого развития Владимирской области необходимо развивать человеческий потенциал.

Обсуждение

При экосистемной интеграции промышленности, науки, образования и бизнеса необходимо обеспечить сбалансированность вертикальных и горизонтальных связей. Другим важнейшим стратегическим приоритетом является создание ресурсоэффективной экономики, направленной на охранение природных систем. Это обстоятельство тем более важно, что во Владимирской области расположены не только особо охраняемые природные территории (ООПТ) регионального значения, но и одна из уникальных ООПТ европейской части России – национальный парк (НП) «Мещера». При этом в границах НП «Мещера» и в непосредственной близости к его буферной зоне и к зонам размещения различных заказников расположены крупные предприятия стекольной отрасли (по производству тарного и сортового стекла) и (формально) химической отрасли (по производству стекловолокна).

Эта особенность имеет исторические корни: Мещера славилась кварцевыми песками и лесом – ресурсами, необходимыми для производства стекла, и с 1756 г. во Владимирской области началось формирование многочисленных стекольных предприятий. В XVIII в. первые стеклоделы и инженеры для заводов приехали из Московской области и из-за рубежа, однако в течение многих десятилетий именно во владимирских вузах и техникумах осуществлялась подготовка специалистов, востребованных с начала XX в. во всем Советском Союзе. Сворачивание программ инженерной подготовки кадров наблюдалось с 1990-х гг., и сегодня речь идет о возрождении «стекольной технологической школы», об интенсивной подготовке специалистов-практиков при участии лидирующих предприятий области.

Наиболее перспективной промышленной экосистемой, исторически вписанной в природные экосистемы Владимирской области (включающие особо охраняемые природные территории Мещеры), может стать именно «стекольная» система. Решение задачи формирования технологического суверенитета в этой отрасли требует налаживания взаимодействия учебных, исследовательских, конструкторских, производственных компаний, которые в совокупности могут выстроить всю технологическую цепочку. Эта цепочка должна охватывать все этапы – от замысла предприятия, обоснования его размещения с учетом эколого-экономических особенностей территории к проектированию объекта в целом и отдельных цехов (включая оборудование для них), оптимизации логистики в части доставки сырья и материалов, а также стеклобоя, необходимого для производства стекла, и, конечно, отгрузки продукции. При этом следует учитывать также, что весьма значительную долю будут иметь проекты модернизации действующих предприятий и прежде всего реновации стеклоформирующих машин. В связи с этим в промышленной экосистеме усилится роль организаций, выполняющих научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы и создающих (воссоздающих) отрасль отечественного машиностроения для развития стекольного производства.

Выводы

В результате проведенного исследования было установлено, что Владимирская область имеет ряд конкурентных преимуществ, в том числе географическое положение, климатические условия, активность населения, культурно-исторический потенциал. Однако эти преимущества не используются в полной мере экономическими агентами. Уровень использования производственного и финансового капиталов во Владимирской области выше средних значений субъектов Российской Федерации. При этом уровень использования человеческого капитала колеблется от 61 до 63 %. Таким образом, капиталы территории не сбалансированы. В динамике уровень энтропии снижается, но недостаточными темпами, чтобы можно было говорить о долгосрочном устойчивом развитии анализируемой территории. Остро стоит вопрос кадрового дефицита и развития человеческого капитала.

Список литературы

1. Moore J. Predators and Prey: A New Ecology of Competition // Harvard Business Review. 1993. Vol. 71. P. 75–86.
2. Rong K., Lin Y., Yu J. [et al.]. Exploring regional innovation ecosystems: An empirical study in China // Industry Innovation. 2021. Vol. 28. P. 545–569.
3. Ritala P., Armila L., Blomqvist K. Innovation orchestration capability—Defining the organizational and individual level determinants // International Journal of Innovation Management. 2009. Vol. 13. P. 569–591.
4. Adner R. Ecosystem as Structure: An Actionable Construct for Strategy // Journal of Management. 2017. Vol. 43. P. 39–58.
5. Wareham J., Fox P. B., Cano Giner J. L. Technology Ecosystem Governance // Organization Science. 2014. Vol. 25, iss. 4. P. 1195–1215.
6. Клейнер Б. Г. Экосистемы в пространстве новой экономики : моногр. / под ред. М. А. Боровской, Г. Б. Клейнер, Н. Н. Лябах. Ростов н/Д. ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2020. 788 с.
7. Dougherty D., Danielle D. D. Organizing ecologies of complex innovation // Organization Science. 2011. Vol. 22. P. 1214–1223.
8. Xie X. M., Liu X. J. Niche-fitness evaluation and prediction of regional innovation ecosystem: An empirical study based on the data of Chinese 30 provinces from 2009 to 2018 // Stud. Sci. Sci. 2021. Vol. 39. P. 1706–1719.
9. Helfat C. E., Raubitschek R. S. Dynamic and integrative capabilities for profiting from innovation in digital platform-based ecosystems // Research Policy. 2018. Vol. 47. P. 1391–1399.
10. Chae B. K. A General Framework for Studying the Evolution of the Digital Innovation Ecosystem: The Case of Big Data // International Journal of Innovation Management. 2019. Vol. 45. P. 83–94.
11. Sun Y. L., Zhu R. J., Song J. Research on the evolution and governance of digital innovation ecosystem // Stud. Sci. Sci. 2023. Vol. 41. P. 325–334.
12. Tolstykh T., Gamidullaeva L., Shmeleva N., Lapygin Y. Regional Development in Russia: An Ecosystem Approach to Territorial Sustainability Assessment // Sustainability. 2020. Vol. 12. P. 6424. doi: 10.3390/su12166424
13. Shmeleva N., Tolstykh T., Dudareva O. Integration as a Driver of Enterprise Sustainability: The Russian Experience // Sustainability. 2023. Vol. 15. P. 9606. doi: 10.3390/su15129606
14. Шмелева Н. В. Формирование системы интегральных показателей, отражающих окна возможностей для устойчивого развития промышленных регионов России-

- ской Федерации // Экономика промышленности. 2023. № 16 (1). С. 86–94. doi: 10.17073/2072-1633-2023-1-86-94
15. Прангишвили И. В. Энтропийные и другие системные закономерности: вопросы управления сложными системами. М. : Наука, 2003. 438 с.
 16. Пригожин И. Р. Философия нестабильности // Вопросы философии. 1991. № 6. С. 46–52.
 17. Kaitez K. The Philosophy of Entropy. Negentropy Perspective. URL: <https://www.litres.ru/nikola-kaytez/filosofiya-entropii-negentropiynaya-perspektiva/chitat-onlayn/> (дата обращения: 15.01.2024).
 18. Поздняков А. В. Стратегия российских реформ. Томск : Спектр, 1998. 332 с.
 19. Shannon C. A Mathematical Theory of Communication. Bell Telephone System. Technical Publications, 1948. URL: <http://cm.belllabs.com/cm/ms/what/shannday/paper.html> (дата обращения: 18.12.2023).
 20. Оценка человеческого капитала. URL: <https://riarating.ru/infografika/20230213/630236602.html?ysclid=lq2ltiydvp733042443> (дата обращения: 19.01.2024).
 21. Агентство стратегических инициатив. URL: <https://asi.ru/upload/docs/investclimate/Methodology-2023.pdf?1004> (дата обращения: 22.01.2024).
 22. Аналитический вестник Совета Федерации. № 4 (824). URL: www.council.gov.ru (дата обращения: 19.01.2024).
 23. Morokishko V. V., Volosatova A. A., Iljina V. I. [et al.]. Applying Best Available Techniques and Best Environmental Practices to Preserve Ecosystem Services // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Russian Conference on Ecology and Environmental Engineering. 2022. P. 012012. doi: 10.1088/1755-1315/1061/1/012012
 24. Федеральная служба государственной статистики. URL: www.33.rosstat.gov.ru (дата обращения: 10.01.2024).
 25. Зеленый патруль. URL: <https://xn--80ajagmkdntlvn2hva.xn--p1ai/stranica-dlya-obshchego-reytinga> (дата обращения: 15.01.2024).

References

1. Moore J. Predators and Prey: A New Ecology of Competition. *Harvard Business Review*. 1993;71:75–86.
2. Rong K., Lin Y., Yu J. et al. Exploring regional innovation ecosystems: An empirical study in China. *Industry Innovation*. 2021;28:545–569.
3. Ritala P., Armila L., Blomqvist K. Innovation orchestration capability – Defining the organizational and individual level determinants. *International Journal of Innovation Management*. 2009;13:569–591.
4. Adner R. Ecosystem as Structure: An Actionable Construct for Strategy. *Journal of Management*. 2017;43:39–58.
5. Wareham J., Fox P.B., Cano Giner J.L. Technology Ecosystem Governance. *Organization Science*. 2014;25(4):1195–1215.
6. Kleyner B.G. *Ekosistemy v prostranstve novoy ekonomiki: monogr. = Ecosystems in the space of the new economy: monograph*. Rostov-on-Don; Taganrog: Izdatel'stvo Yuzhnogo federal'nogo universiteta, 2020:788. (In Russ.)
7. Dougherty D., Danielle D.D. Organizing ecologies of complex innovation. *Organization Science*. 2011;22:1214–1223.
8. Xie X.M., Liu X.J. Niche-fitness evaluation and prediction of regional innovation ecosystem: An empirical study based on the data of Chinese 30 provinces from 2009 to 2018. *Stud. Sci. Sci*. 2021;39:1706–1719.
9. Helfat C.E., Raubitschek R.S. Dynamic and integrative capabilities for profiting from innovation in digital platform-based ecosystems. *Research Policy*. 2018;47:1391–1399.
10. Chae B.K. A General Framework for Studying the Evolution of the Digital Innovation Ecosystem: The Case of Big Data. *International Journal of Innovation Management*. 2019;45:83–94.

11. Sun Y.L., Zhu R.J., Song J. Research on the evolution and governance of digital innovation ecosystem. *Stud. Sci. Sci.* 2023;41:325–334.
12. Tolstykh T., Gamidullaeva L., Shmeleva N., Lapygin Y. Regional Development in Russia: An Ecosystem Approach to Territorial Sustainability Assessment. *Sustainability*. 2020;12:6424. doi: 10.3390/su12166424
13. Shmeleva N., Tolstykh T., Dudareva O. Integration as a Driver of Enterprise Sustainability: The Russian Experience. *Sustainability*. 2023;15:9606. doi: 10.3390/su15129606
14. Shmeleva N.V. Formation of a system of integral indicators reflecting windows of opportunity for sustainable development of industrial regions of the Russian Federation. *Ekonomika promyshlennosti = The economics of industry*. 2023;(16): 86–94. (In Russ.). doi: 10.17073/2072-1633-2023-1-86-94
15. Prangishvili I.V. *Entropiynye i drugie sistemnye zakonomernosti: voprosy upravleniya slozhnymi sistemami = Entropy and other systemic patterns: issues of management of complex systems*. Moscow: Nauka, 2003:438. (In Russ.)
16. Prigozhin I.R. Philosophy of instability. *Voprosy filosofii = Questions of philosophy*. 1991;(6):46–52. (In Russ.)
17. Kaitez K. *The Philosophy of Entropy. Negentropy Perspective*. Available at: <https://www.litres.ru/nikola-kaytez/filosofiya-entropii-negentropiynaya-perspektiva/chitat-onlayn/> (accessed 15.01.2024).
18. Pozdnyakov A.V. *Strategiya rossiyskikh reform = Strategy of Russian reforms*. Tomsk: Spektr, 1998:332. (In Russ.)
19. Shannon C. *A Mathematical Theory of Communication*. Bell Telephone System. Technical Publications, 1948. Available at: <http://cm.belllabs.com/cm/ms/what/shannday/aper.html> (accessed 18.12.2023).
20. *Otsenka chelovecheskogo kapitala = Assessment of human capital*. (In Russ.). Available at: <https://riarating.ru/infografika/20230213/630236602.html?ysclid=lq2ltiydvp733042443> (accessed 19.01.2024).
21. *Agentstvo strategicheskikh initsiativ = Agency for Strategic Initiatives*. (In Russ.). Available at: <https://asi.ru/upload/docs/investclimate/Methodology-2023.pdf?1004> (accessed 22.01.2024).
22. *Analiticheskiy vestnik Soveta Federatsii. № 4 (824) = Analytical Bulletin of the Federation Council. № 4 (824)*. (In Russ.). Available at: www.council.gov.ru (accessed 19.01.2024).
23. Morokishko V.V., Volosatova A.A., Iljina V.I. et al. Applying Best Available Techniques and Best Environmental Practices to Preserve Ecosystem Services. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Russian Conference on Ecology and Environmental Engineering*. 2022:012012. doi: 10.1088/1755-1315/1061/1/012012
24. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki = Federal State Statistics Service*. (In Russ.). Available at: www.33.rosstat.gov.ru (accessed 10.01.2024).
25. *Zelenyy patrol' = Green Patrol*. (In Russ.). Available at: <https://xn--80ajagmkdntlvn2hva.xn--p1ai/stranica-dlya-obshchego-reytinga> (accessed 15.01.2024).

Информация об авторах / Information about the authors

Надежда Васильевна Шмелева
доктор экономических наук, доцент,
доцент кафедры индустриальной
стратегии,
Национальный исследовательский
технологический университет «МИСИС»
(Россия, Москва, Ленинский пр-кт, 4, стр. 1)
E-mail: nshmeleva@misis.ru

Nadezhda V. Shmeleva
Doctor of economical sciences,
associate professor, associate professor
of the sub-department of industrial strategy,
National University of Science
and Technology "MISIS"
(build. 1, 4 Leninskiy avenue,
Moscow, Russia)

Дмитрий Юрьевич Клегг
генеральный директор,
ООО «Красное Эхо»
(Россия, Владимирская область,
г. Гусь-Хрустальный,
ул. Интернациональная, 114)
E-mail: info@red-echo.ru

Dmitriy Yu. Clegg
General Director,
Red Echo Limited Liability Company
(114 Internatsionalnaya street,
Gus-Khrustalny, Vladimir region, Russia)

Дмитрий Христофорович Михайлиди
кандидат экономических наук,
научный сотрудник,
Научно-исследовательский институт
«Центр экологической промышленной
политики»
(Россия, г. Москва, Стремянный пер., 38)
E-mail: d.mikhailidi@eipc.center

Dmitriy Kh. Mikhailidi
Candidate of economical sciences,
scientific researcher,
Scientific Research Institute
"Environmental Industrial Policy Center"
(38 Stremyannyi per., Moscow, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /
The authors declare no conflicts of interests.**

Поступила в редакцию/Received 24.04.2024

Поступила после рецензирования/Revised 12.07.2024

Принята к публикации/Accepted 18.07.2024