

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАТЬЯ

<https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2023.20-3.4>

УДК 334.021

JEL O25, O39, P49, R11, R58



Базовые стратегии поведения промышленности как участника региональных инновационных экосистем¹

Виктория В. АКБЕРДИНА¹⁾ , Елизавета В. ВАСИЛЕНКО²⁾  ^{1, 2)} Институт экономики УрО РАН, г. Екатеринбург, Российская Федерация

Для цитирования: Акбердина, В. В., Василенко, Е. В. (2023). Базовые стратегии поведения промышленности как участника региональных инновационных экосистем. *AlterEconomics*, 20(3), 548–569. <https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2023.20-3.4>

Аннотация. Современные промышленные предприятия функционируют в сложных и постоянно изменяющихся условиях, при этом инструменты, имеющиеся в их распоряжении, в силу своих ограничений не всегда способны решить проблемы, с которыми им приходится сталкиваться. Актуальным является разработка и обоснование новых инструментов для инновационного и экономического развития промышленности, которые учитывали бы особенности современных промышленных предприятий и условия их функционирования; например, на основе экосистемного подхода и концепции промышленных экосистем. Цель статьи — сформулировать типологию базовых стратегий поведения промышленности как участника региональных инновационных экосистем. В рамках данного исследования под промышленностью авторы понимают агрегированную субъектную группу, состоящую из различных промышленных предприятий, непосредственно или опосредованно участвующих в инновационных процессах региона. Методологической основой работы является экосистемный подход, в рамках которого выполнены анализ и систематизация работ в исследуемой области, а также предложена типология базовых стратегий поведения промышленности как участника региональных инновационных экосистем. Критериями типологии являются: масштаб промышленного предприятия; цель, преследуемая промышленным предприятием в процессе трансформации в условиях Индустрии 4.0; инициатор создания региональной инновационной экосистемы. Выявлены восемь типов стратегий: «Оркестрирование», «Присоединение», «Инновационная трансформация», «Цифровая трансформация», «Экологическая трансформация», «HR-трансформация», «Экосистема как инструмент государственной политики», «Экосистема как инструмент конкурентной борьбы для промышленного предприятия». Установлено, что предложенные стратегии можно разграничить по двум параметрам: «Стимул для перехода к экосистемной логике функционирования» и «Роль промышленного предприятия в структуре экосистемы». Результаты исследования могут быть использованы учеными, занимающимися проблематикой экосистем, вопросами развития промышленных предприятий и отраслей, соответствующими аспектами регионального развития; промышленными предприятиями в качестве ориентира при выборе стратегии развития; как научное обоснование при разработке механизмов государственной политики регионального развития.

Ключевые слова: промышленная экосистема, инновационная экосистема, региональная инновационная экосистема, экосистемный подход, стратегии поведения промышленности

Благодарность: Статья подготовлена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации для Института экономики Уральского отделения Российской академии наук.

¹ © Акбердина В. В., Василенко Е. В. Текст. 2023.

RESEARCH ARTICLE

Basic Strategies for the Behaviour of Industry as a Participant in Regional Innovation Ecosystems

Viktoriya V. AKBERDINA ¹⁾ , Elizaveta V. VASILENKO ²⁾  

^{1,2)} *Institute of Economics of the Ural Branch of the RAS, Ekaterinburg, Russian Federation*

For citation: Akberdina, V. V., & Vasilenko, E. V. (2023). Basic Strategies for the Behaviour of Industry as a Participant in Regional Innovation Ecosystems. *AlterEconomics*, 20(3), 548–569.
<https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2023.20-3.4>

Abstract. Contemporary industrial businesses operate in dynamic and complex environments, often constrained by the limitations of the existing tools and methodologies. This highlights the necessity for innovative approaches that promote economic growth and innovation, tailored to the unique characteristics of industrial enterprises and their operational contexts. This article explores the application of the ecosystem approach and the concept of industrial ecosystems to outline essential strategies for industry participation in regional innovation ecosystems. The primary objective of this study is to establish a typology of the core strategies for industry involvement in regional innovation ecosystems. Following a comprehensive review and categorization of literature in this field, the authors propose a typology comprising eight distinct strategies: “Orchestration”, “Affiliation”, “Innovative transformation”, “Digital transformation”, “Ecological transformation”, “HR-transformation”, “Ecosystem as a tool of state policy”, “Ecosystem as a tool of competition for industrial enterprise”. These strategies are organized based on three key criteria: the scale of the industrial enterprise; its objectives in the context of Industry 4.0 transformation; and the entity responsible for initiating the creation of the regional innovation ecosystem. This research offers valuable insights for scholars engaged in the study of ecosystems, the development of industrial enterprises, and regional growth. Additionally, these findings provide industrial enterprises with a guiding framework for strategic decision-making. Furthermore, this study contributes to the development of evidence-based approaches for state policies aimed at fostering regional development.

Keywords: industrial ecosystem, innovation ecosystem, regional innovation ecosystem, ecosystem approach, industry behaviour strategies

Acknowledgments: The article has been prepared within the framework of the state task of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation for the Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.

1. Введение

Реалии, в которых функционируют современные промышленные предприятия, можно описать как стремительно изменяющиеся и усложняющиеся. Под этим можно подразумевать Индустрию 4.0 с ее тотальной цифровизацией и автоматизацией, современные технологии, формирование у инвесторов и общества в целом устойчивого спроса на экологичность промышленности, размывание физических границ предприятий, желание потребителей получать комплексные ценностные предложения вместо отдельных продуктов. Все это стимулирует промышленные предприятия искать новые инструменты, которые могли бы им помочь быть адекватными современным социально-экономическим условиям и добиваться конкурентного и устойчивого развития в них. В качестве таких инструментов многие теоретики и практики менеджмента рассматривают экосистемный подход, производные от него концепции инновационной экосистемы и региональной инновационной экосистемы и их частный случай, близкий к промышленным предприятиям, — промышленные экосистемы. Однако актуальным является определение того, какой именно вариант воплощения промышленной экосистемы подойдет конкретному предприятию; учитывая то, что промышленные предприятия различаются по масштабу, обладают разной сте-

пенью инновационной активности в регионе, функционируют в различных условиях и могут решать специфичные задачи в конкретный момент времени. Таким образом, цель статьи — сформулировать типологию базовых стратегий поведения промышленности как участника региональных инновационных экосистем. Для этого необходимо сформулировать теоретические основания концепции «промышленная экосистема»; определить критерии для типологизации и раскрыть суть предлагаемых стратегий.

2. Промышленная экосистема: теоретические основания

Промышленная экосистема является производной экосистемного подхода. А. Андреони называет следующие преимущества экосистемного подхода: гибкость, динамичность, системная ориентация на создание ценности и способность предлагать решения проблем, связанных с особенностями современных рынков (Andreoni, 2018). Примеры таких проблем и возможности экосистемного подхода для их решения представлены в таблице 1.

Экосистемное мышление — мышление, руководствующееся основными принципами экосистемного подхода, является адекватным для тех реалий, с которыми сталкиваются промышленные предприятия. Н. Амарфии-Райлин подчеркивает, что для современных производственных компании актуальным стало согласование и внедрение новых форм инновационных моделей, а также освоение большого числа новых технологий, присущих Индустрии 4.0 (Amarfii-Railean, 2018). Все это требует от предприятий большей гибкости, формирования устойчивых отношений

Таблица 1

Возможности экосистемного подхода для решения различных актуальных проблем

Table 1

Opportunities for an Ecosystem Approach to Address Various Current Problems

Проблема	Пояснение	Возможности экосистемного подхода для решения данной проблемы
Географические границы промышленных предприятий размываются	Прежние подходы, основывающиеся на четком определении границ предприятия, перестают соответствовать современным исследовательским и практическим задачам	Экосистемный подход преодолевает эту проблему за счет определения границ промышленных экосистем через процессы создания совместной ценности и соответствующей структурой взаимозависимых участников
Неизбежная «генетическая мутация» (Andreoni, 2018) промышленных предприятий, вызванная трансформациями в экономике	Промышленные предприятия, долгие годы специализирующиеся на выпуске определенных видов продукции, вынуждены диверсифицировать свою продукцию и даже сместить основной фокус внимания на кардинально новые для них виды продукции	Экосистемный подход расширяет инновационные возможности предприятия за счет вовлечения в производственные процессы дополнительных участников и их ресурсов, при этом позволяя предприятию не отказываться от своих ключевых продуктов
Усложнение промышленных продуктов и повышение фатальности технологических изменений	Данные процессы (явления) приводят к необходимости многостороннего участия в инновационных процессах	Экосистемный подход обеспечивает многоуровневое системное представление инноваций и промышленной динамики, включая как горизонтальные, так и вертикальные отношения между разнородными акторами

Источник: составлено авторами.

с ключевыми заинтересованными сторонами как в их отраслях, так и регионах ведения деятельности с целью привлечения дополнительных ресурсов, а также вовлечения данных субъектов в процессы разработки новых ценностных предложений. При этом необходимость формирования устойчивых отношений накладывает требование к рассмотрению отношений с заинтересованными сторонами с перспективой коэволюции, а сложный характер отношений между современными экономическими агентами (сети, конфликт ценностей, единство кооперации и конкуренции) обязывает предприятия уделять достаточное внимание управлению отношениями.

Концепция инновационной экосистемы, также являющаяся производной экосистемного подхода, — это ответ на усложнение отношений между экономическими агентами, особенностями которых являются комплексность, многообразие, сетевой характер, многосторонняя взаимозависимость, размывание границ, открытые инновации и коэволюция. Функционирование в логике экосистемы предоставляет ее участникам доступ к ресурсам, необходимым для успешной инновационной деятельности (Pattinson et al., 2023).

Анализируя отличия между концепцией экосистемы и схожими концепциями, Ванг с соавторами выделили следующие:

1) концепция рассматривает негативные и конкурентные взаимоотношения между участниками (хищничество, паразитизм, разрушение всей системы);

2) каждому участнику присуща собственная стратегия и цели, что может вызывать конфликты в экосистеме;

3) аналитические границы экосистемы не определяются географическими границами или договорными отношениями, а выстраиваются вокруг продукта / услуги;

4) анализ экосистем не может быть проведен в коротком периоде, он требует длительного наблюдения за динамической эволюцией структуры экосистемы, взаимоотношениями участников, их целями и т. д. (Wang et al., 2020).

Концепция региональной инновационной экосистемы — схожее с концепцией инновационной экосистемы понятие, отличающееся масштабами инновационной деятельности и количеством субъектов, попадающих в фокус внимания концепции: в первом случае речь идет об инновационных продуктах конкретного предприятия, во втором — о создании ценностей, связанных с инновациями, в интересах региона.

Возникновение концепции региональной инновационной экосистемы является закономерным ответом на необходимость появления единицы регионального экономического анализа, которая принимала бы во внимание сложные и изменяющиеся отношения между экономическими агентами; эволюцию региональной экономической системы и обладала бы потенциалом синергетического эффекта от стратегической интеграции предприятий различной отраслевой принадлежности в данном регионе (Гамидуллаева, 2023).

К настоящему моменту концепция инновационных экосистем обросла базовым понятийным аппаратом, а сферы ее применения постоянно расширяются. Ванг с соавторами отмечают, что концепция приобретает все большее значение в управлении технологиями и инновациями. Авторы провели анализ 90 научных работ, посвященных использованию концепции экосистем, и выделили четыре основных направления исследований (табл. 2) (Wang et al., 2020).

На основе данных таблицы 2 можно сделать вывод, что промышленные экосистемы являются одним из популярных направлений в исследованиях, посвященных инновационным экосистемам; однако мы видим, что в таблице нашло от-

ражение только направление, связанное с развитием промышленных экосистем как инструмента для перехода к циркулярной экономике.

Если мы обратимся к различным авторским подходам к промышленным экосистемам, то увидим разные направления. Помимо циркулярного подхода мы выделили системный, синергетический и эмергентный подходы (табл. 3).

Таблица 2

Направления исследований экосистем в экономике

Table 2

Areas of Research on Ecosystems in Economics

Направление	Теоретическая основа	Фокус внимания
Перспектива промышленной экологии	Концепция природной экосистемы, концепции промышленных экосистем	Переход от линейной модели производственной деятельности к циркулярной модели на основе промышленной экосистемы
Перспектива бизнес-экосистемы	Теории организационных границ	Фокус внимания на бизнес-контексте, на сложные отношения между участниками экосистемы, получение ценности и создание ценности, выявление динамики и закономерностей экосистем
Перспектива управления платформой	Двусторонняя рыночная концепция	Проблемы управления платформами, на базе которых выстраиваются экосистемы
Многоакторная сетевая перспектива	Теории социальных сетей	Проблемы включения различных действующих лиц в структуру экосистемы, изучение сложных отношений между ними и динамических изменений их поведения

Источник: составлено авторами по (Wang et al., 2020).

Таблица 3

Различные подходы к промышленным экосистемам

Table 3

Different Approaches to Industrial Ecosystems

Подход	Основная суть	Примеры в рамках подхода	
		Авторы, год	Фокус внимания
Циркулярный	Промышленная экосистема как инструмент для перехода к циркулярному производству	Веркасало с соавторами, 2019	Совокупность предприятий, дополняющих друг друга и совместно использующих объединенные ресурсы для создания добавленной стоимости; отходы одного предприятия могут быть ресурсом для другого, в результате отходы превращаются из статьи затрат в фактор производства; циркуляция подразумевает не только материальные потоки, но и обмен знаниями и информацией между участниками экосистемы (Verkasalo et al., 2019)
		Корхонен с соавторами, 2001	Система промышленных субъектов, использующих отходы друг друга для сокращения ввода в систему первичных ресурсов и отходов, покидающих систему (Korhonen et al., 2001)

Окончание табл. 3 на след. стр.

Окончание табл. 3

Подход	Основная суть	Примеры в рамках подхода	
		Авторы, год	Фокус внимания
Системный	Рассмотрение промышленной экосистемы с точки зрения ее структуры и составных частей	Андреони, 2018	Многоуровневая производственная система (структурированное производственное пространство), включающая разнородных соразвивающихся и созависимых агентов (систем), целенаправленно вовлеченных в процессы создания совместной ценности посредством дополнения друг друга с целью диверсификации и инновационного промышленного обновления (Andreoni, 2018)
		Амарфии-Райлин, 2018	комплекс обособленных подсистем (обслуживание клиентов, технологический и операционный потенциал, человеческий потенциал), связанных посредством современных информационных технологий; ни одна из них не может быть исключена (Amarfii-Railean, 2018)
		Ванг с соавторами, 2020	Динамическая система, состоящая из четырех подсистем: социальной, экономической, ресурсной и окружающей среды; их взаимодействие нацелено на максимальное использование ресурсов и минимизацию негативных последствий для окружающей среды (Wang et al., 2020)
Синергетический	Промышленная экосистема как открытая, самоорганизующаяся вокруг общих ценностей система	Гамидуллаева, 2023	Сеть различных экономических агентов, сотрудничающих на добровольной основе; отсутствие управленческой вертикали и равенство возможностей для всех участников экосистемы. принцип самоорганизации, отрицающий возможность спонтанного возникновения экономических экосистем; аттракторы, определенные ценности, удерживают экосистему от хаоса (Гамидуллаева, 2023)
Эмерджентный	Промышленная экосистема, создающая уникальное ценностное предложение благодаря новой целостности	Бабкин с соавторами, 2021	Сложная система экономических агентов, действующих на основе автономности и взаимосвязанности, целью которых является создание промышленных продуктов и / или услуг, основанных на принципах эмерджентности (Babkin et al., 2021)

Источник: составлено авторами.

Представленные типы объединяет то, что они описывают модели промышленных экосистем, фокусируясь на их внутренних составляющих и логике их взаимодействия. Их можно охарактеризовать как теоретические, при этом за скобками остается изменяющееся поведение промышленных экосистем в различных условиях. Рассматривая промышленные экосистемы как часть региональных инновационных экосистем, мы в данном исследовании предлагаем типологию базовых стратегий поведения промышленности как участника региональной инновационной экосистемы.

3. Типология базовых стратегий поведения промышленности

На основе анализа исследований, изучающих промышленные экосистемы с различных углов зрения, и систематизации представленных в них знаний, мы определили следующие восемь типов стратегий промышленных экосистем как участников региональной инновационной экосистемы (табл. 4). Для этого мы использовали три основания для типологизации: масштаб промышленного предприятия; его цель в процессе трансформации в условиях Индустрии 4.0; инициатор создания региональной инновационной экосистемы.

Предложенная нами типология позволяет систематизировать знания об экосистемах в экономике в контексте развития промышленности и является методологическим инструментом при выборе базовой стратегии поведения для промышленного предприятия с учетом его специфики. Мы намеренно именуем предложенные нами стратегии базовыми, поскольку исходим из того, что они являются идеальными типами; мы допускаем, что на практике предприятие может частично следовать нескольким стратегиям. Далее мы раскроем суть каждой из обозначенных стратегий.

Стратегия «Оркестрирование»

Данную стратегию обычно реализуют крупные промышленные предприятия. Они инициируют создание экосистемы, становясь ее оркестратором, определяют ее видение, стратегию, цели, структуру и потенциальных участников. Привлекают первоначальный состав участников, устанавливают взаимосвязи между ними, согласуют индивидуальные стратегии и цели участников со стратегией и целями всей экосистемы. Также на начальных этапах оркестратор поддерживает прим-

Таблица 4

Базовые стратегии поведения промышленности как участника региональных инновационных экосистем

Table 4

Basic Strategies for the Behaviour of Industry as a Participant in Regional Innovation Ecosystems

Критерий	Стратегии
Масштаб промышленного предприятия	— «Оркестрирование» — «Присоединение»
Цель, преследуемая промышленным предприятием в процессе трансформации в условиях Индустрии 4.0	— «Инновационная трансформация» — «Цифровая трансформация» — «Экологическая трансформация» — «HR-трансформация»
Инициатор создания региональной инновационной экосистемы	— «Экосистема как инструмент государственной политики» — «Экосистема как инструмент конкурентной борьбы для промышленного предприятия»

Источник: составлено авторами.

кнущих к экосистеме участников: целевыми инвестициями, возможностью использовать свой бренд и т. д.

Оркестраторы, играющие роль центральной фирмы, по своей сути являются системными интеграторами: они координируют различные направления деятельности большого числа заинтересованных сторон (поставщиков, производителей дополняющих продуктов, клиентов) (Andreoni, 2018). Также оркестраторы, или «якорные организации экосистемы», устанавливают прозрачные правила для участников экосистемы, развивают соответствующую культуру сотрудничества, согласовывают деятельность участников экосистемы, учитывая как их индивидуальные интересы, так и интересы всей экосистемы. Оркестратор отслеживает необходимость подключения к экосистеме дополнительных участников для расширения возможностей экосистемы, например, научно-исследовательских центров или государственных институтов (Гамидуллаева, 2023); они могут выступать в качестве поставщиков уникальных ресурсов (знаний и экспертных заключений); что благоприятно отразится как на жизнеспособности экосистемы, так и на ценности продукта экосистемы (Vaillant et al., 2023).

Помимо развития и управления (Thomas et al., 2020) оркестратор контролирует доступ к платформе, если речь идет об экосистеме на основе цифровой платформы; контролирует право использовать ее бренд, обеспечивает стабильность функционирования и получения совместных результатов. При этом механизмы управления со стороны оркестратора могут включать как формальные, так и неформальные формы (Autio & Thomas, 2014). Фокус внимания оркестратора может изменяться в зависимости от стадии жизненного цикла экосистемы: на ранних этапах оркестровки экосистемы важным является формирование новых партнерских отношений, на более поздних — поиск новых совместных возможностей с партнерами по экосистеме (Sjödin et al., 2022).

Вариантом развития экосистемы является переход роли оркестратора к другой организации (Amarfiu-Railean, 2018). Оркестратор может делегировать свои полномочия, что является результатом коллективного решения участников или незапланированным результатом естественного хода времени. Однако не каждая организация может стать успешным оркестратором. У нее должно быть достаточно ресурсов, чтобы поддерживать стабильность экосистемы; также оркестратор должен иметь обширные связи с ключевыми игроками отрасли и прочими значимыми для экосистемы субъектами, чтобы способствовать налаживанию соответствующих связей между будущими участниками экосистемы, расширять и упрощать взаимосвязи в экосистеме. Оркестратор должен быть способен организовать совместную инновационную деятельность внутри экосистемы, стимулируя ее участников; он должен обладать определенным авторитетом, поскольку исполняет функции контроля и координации, учета рисков и следит за соблюдением участниками экосистемы общих правил, накладывает санкции в случае их неисполнения, включая возможность удаления участника-нарушителя из структуры экосистемы. Кроме того, оркестратор должен хорошо знать участников своей экосистемы: их истинные интересы, понимать их мотивы, уметь согласовать их действия и предотвращать возникновение возможных конфликтов (Parida et al., 2019).

Стратегия «Присоединение»

Эта стратегия подразумевает присоединение к существующей экосистеме. Стратегия актуальна для малых и средних предприятий (Bacon et al., 2019); т. е.

для тех акторов, у которых недостаточно ресурсов (финансовых, репутационных, информационных и т. д.) для инициации собственной экосистемы; и для которых реализация рисков при неудачной попытке самостоятельного перехода на экосистемные рельсы может стать фатальной. Стартапы и иные формы малых инновационных предприятий могут стать участниками различных программ взаимодействия, организованных устоявшимися рыночными гигантами, с тем чтобы получить доступ к его ресурсам, например, к данным клиентской базы, к обучающим материалам (Sjödin et al., 2022). Присоединяющиеся организации оказываются в благоприятной среде, экосистеме частных и государственных субъектов, которые их поддерживают, создавая специальные условия для развития предпринимательства: механизмы стартового финансирования, системы патентов и поддерживающая нормативно-правовая база, облегчающая создание новых компаний (Amarfii-Railean, 2018). Фирмы, принадлежащие к местным промышленным инновационным экосистемам, более диверсифицированы и обладают большей адаптивностью (Duan et al., 2022).

Функционирование в структуре экосистемы может дать малым и средним предприятиям следующие выгоды: дополнительные ресурсы, доступ к рынкам, возможность использовать капитал бренда оркестратора и т. д. (Oksanen & Hautamäki, 2015), возможность конкурировать вместе со всей экосистемой в глобальном масштабе (Öberg & Alexander, 2019). Вариант реализации данной стратегии: стартап благодаря вхождению в экосистему получает дополнительные ресурсы, необходимые для более эффективной разработки его продукта, этот продукт становится дополняющим по отношению к продукту всей экосистемы (Nambisan & Baron, 2021). Присоединение в итоге наделяет небольших и неустоявшихся участников рынка необходимыми ресурсами, доступ к которым в противном случае для них был бы невозможным, что способствует их инновационной деятельности. Однако входящие в состав действующей экосистемы предприятия должны быть готовы соответствовать требованиям, предъявляемым оркестратором экосистемы и экосистемой в целом (Sjödin et al., 2022).

Стратегия «Инновационная трансформация»

Воплощением данной стратегии являются промышленные инновационные экосистемы, отличительная черта которых заключается в том, что они формируются не вокруг центрального продукта, а инновации (Marković et al., 2022). Следовательно, в использовании данной стратегии заинтересованы инновационно-ориентированные предприятия.

За счет формирования экосистемы предприятия усиливают свои инновационные возможности, поскольку теперь в инновационном процессе задействованы ресурсы многих участников (Marković et al., 2022). Это могут быть материальные ресурсы, технологии, инфраструктура, менеджерские решения, экспертные заключения. Также важной является возможность получить «мнение со стороны». Например, это может быть научная оценка за счет включения в экосистему научных институтов, мнение потенциальных клиентов.

Реализация промышленной инновационной экосистемы имеет две подстратегии: первая направлена на формирование инноваций за счет трансформации существующей цепочки создания ценности, т. е. изменения производства («Экосистема производства»); вторая нацелена на инновационное изменение продукта с целью лучшего или дополнительного удовлетворения ожиданий клиентов (табл. 5).

Таблица 5

Варианты реализации промышленных инновационных экосистем

Table 5

Options for Implementing Industrial Innovation Ecosystems

Стратегия	Экосистема производства	Экосистема потребления
Суть	Привычная цепочка создания ценности, усовершенствованная за счет использования данных, получаемых благодаря экосистеме	Продукт, совершенствующийся посредством уникальной информации о потребительском поведении, полученной благодаря многосторонней цифровой платформе и специальным сенсорам, внедренным в продукт
Цель внедрения экосистемного подхода	Совершенствование производства	Разработка уникального продукта с учетом реальных потребностей клиента
Характер взаимозависимостей в структуре экосистемы	Взаимозависимости включены в цепочку создания ценности	Взаимозависимости возникают на послепродажном этапе или этапе потребления

Источник: составлено авторами по (Subramaniam, 2020).

Стратегия «Цифровая трансформация»

Цифровые трансформации в экономике приводят к изменениям в промышленности (Vaillant et al., 2023). Данная стратегия применяется для приведения промышленного предприятия в соответствие с требованиями Индустрии 4.0, подразумевающей тотальную автоматизацию и цифровизацию. Как правило, формат реализации данной стратегии — многосторонняя платформенная экосистема, являющаяся узлом взаимодействия огромного числа заинтересованных сторон (Pattinson et al., 2023). Цифровые платформы — важная составляющая цифровизации промышленности, т. к. они являются источниками данных. Индустрия 4.0 ассоциируется с различными платформами данных, с облачными сервисами и связанными с ними промышленными услугами. Новейшая технология мобильной связи 5G способна обеспечивать машинную коммуникацию, при которой большое число устройств может осуществлять обмен данными без участия человека (Ahokangas et al., 2021).

В настоящее время можно наблюдать спрос на переход от обычных услуг к интеллектуальным целостным решениям. В этой связи под промышленной экосистемой может пониматься интеллектуальная сервисная система, помогающая в управлении сложным промышленным контекстом и обладающая следующими характеристиками: получение данных в режиме реального времени, гибкость, быстрое время отклика, безопасность, удобный пользовательский интерфейс. Интеллектуальная экосистема промышленных услуг способна анализировать взаимосвязанные характеристики в сложных промышленных контекстах и сценариях. Цель такой экосистемы — предоставление уникальной ценности, заключающейся в персонализированных продуктах и сопутствующих услугах на протяжении всего жизненного цикла продукта. Экосистема способна учитывать индивидуальные требования клиентов за счет сотрудничества различных участников через платформу. Преимущества экосистемного подхода заключаются в его способности учитывать то, как сложный контекст и его изменения могут влиять на создание ценности. Дальнейшее предоставление услуг может базироваться на обширных контекстуальных данных и больших данных, накапливаемых и обрабатываемых экосистемой с использованием различного рода современных технологий (интеллектуальные датчики и т. д.) (Chang et al., 2023).

Стратегия «Экологическая трансформация»

Промышленные предприятия выбирают данную стратегию для преодоления собственных проблем, связанных с негативным влиянием на окружающую среду (Pattinson et al., 2023). Лю с соавторами, анализируя эволюцию химической промышленности в Китае, выделили три этапа, а также причины перехода от одного этапа к другому (рис.). Если основным стимулом трансформации отдельных предприятий в промышленные парки и кластеры была экономическая выгода, то переход к промышленным экосистемам обусловлен добавлением к экономическим выгодам необходимости удовлетворения промышленными предприятиями серьезных требований относительно экологичности и безопасности производства.

Внедрение принципов экосистемного подхода способствует снижению производственных затрат, а также формированию экологических и социальных выгод. Это одна из ключевых стратегий перехода к экономике замкнутого цикла. В таблице 6 представлены четыре принципа промышленной экосистемы, предложенные Фраккашем с соавторами (Fraccascia et al., 2021).

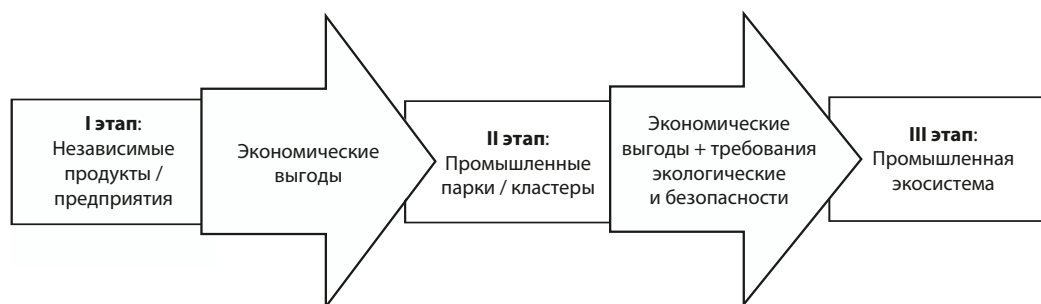


Рис. Три этапа эволюции химической промышленности в Китае
Fig. Three Stages in the Evolution of the Chemical Industry in China
 Источник: составлено авторами по (Lyu et al., 2023)

Таблица 6

Четыре принципа промышленных экосистем

Table 6

Four Principles of Industrial Ecosystems

Принцип	Расшифровка
Цикличность	Переработка ресурсов внутри системы для повышения эффективности их использования и сокращения отходов, выбрасываемых за пределы системы
Разнообразие	Участники экосистемы являются представителями различных отраслей промышленности, производят разные отходы и используют разные ресурсы; чем выше разнообразие, тем больше вероятность возникновения экосистем. Однако разнообразие может провоцировать конфликты внутри экосистемы из-за различных индивидуальных стратегий, ценностей, корпоративных культур и т. д.
Локальность	Максимальное замещение используемых ресурсов отходами участников экосистемы
Постепенное изменение	Участники экосистемы функционируют в динамичной среде; кроме того, могут меняться их цели, структуры, типы, объемы отходов и т. д., что означает неизбежность изменений как состава участников экосистемы, ее структуры, так и самой экосистемы

Источник: составлено авторами по (Fraccascia et al., 2021).

Экономические выгоды промышленной экосистемы связаны с сокращением затрат на сырье, энергию и на управление отходами (Korhonen et al., 2001). Предприятия, выбирающие данную стратегию, стремятся производить больше, не затрачивая больше ресурсов, благодаря сотрудничеству и использованию отходов других компаний — участников экосистемы (Aguilónaga, 2020; Гамидуллаева, 2023).

Экологическая проблема от промышленной деятельности принимает статус проблемы только после того, как ее назвали проблемой СМИ, общественные деятели и ученые (Korhonen et al., 2001). Поиск действительных решений таких проблем также требует вовлечения перечисленных сторон. Например, идеи экосистемного подхода были применены более чем в 40 районах Китая, специализирующихся на добыче угля; функционирование промышленных экосистем в этих районах способствует нахождению баланса между экономическим развитием территорий, удовлетворением социальных интересов и защитой окружающей среды (Wang et al., 2020).

Переход к модели замкнутого производства требует такого взаимодействия между компаниями, чтобы отходы одного предприятия становились сырьем для другого. Разработка стратегий выходит за рамки отдельного предприятия и переходит в сферу межфирменных отношений. При этом данные проекты затрагивают множество аспектов: экономические, организационные, технические, политические, экологические и т. д. Это означает, что реализовать такую задачу в одиночку сложно, поскольку предприятиям необходимо заново выстроить свою организационную структуру, сформировать новую политику, определить стратегию и правила, а также учитывать интересы всех заинтересованных сторон. Сложность конструирования экосистемы преодолевается посредством эволюционной логики проектирования с целенаправленным смещением с авторитарного управления в пользу управление снизу-вверх. Это необходимо для возникновения условий, при которых экосистема будет самообучаться (Lowe & Evans, 1995); что в конечном счете делает ее более адаптивной по сравнению со схожими моделями.

Переход к экономике замкнутого цикла является важной задачей для общества и отдельных компаний, особенно в ресурсоемких отраслях обрабатывающей промышленности, и осуществляется в два этапа (Parida et al., 2019).

1. Оценка готовности экосистемы:

- анализ тенденций, которые могут прямо или косвенно повлиять на бизнес-потенциал экосистемы (например, изменения в технологиях, законах);
- анализ текущей бизнес-модели с точки зрения ценности, определения действий, необходимых для перехода к бизнес-модели замкнутого цикла, анализ последствий изменения бизнес-модели для партнеров по экосистеме;
- оценка партнеров по экосистеме: определение значимости их ролей и перечня их обязанностей.

2. Трансформация экосистемы:

- механизм стандартизации: оркестратор разрабатывает общие для всех участников экосистемы стандарты, затрагивающие все аспекты жизнедеятельности экосистемы;
- механизм воспитания: оркестратор поддерживает участников экосистемы: обеспечивает им доступ к необходимым ресурсам и возможностям; осуществляет первоначальные инвестиции в инфраструктуру и облегчает инвестиции основных

партнеров по экосистеме, помогая им компенсировать неопределенность; также это поддержка развития компетенций ключевых участников экосистемы;

— механизм координации: оркестратор координирует деятельность участников экосистемы, особенно на первых этапах трансформации.

Компании должны расширять взаимодействие и управлять отношениями с различными заинтересованными сторонами на протяжении всего жизненного цикла продукта. Кроме того, циркулярная экономика реализуется посредством параллельной деятельности на уровне отдельного предприятия, группы связанных предприятий и территориального субъекта (Parida et al., 2019).

Стратегия «HR-трансформация»

Данный тип стратегии может быть востребован промышленными предприятиями, столкнувшимися с необходимостью кардинальных изменений, связанных с человеческими ресурсами, которые касаются практически всех работников организации (Yalenios & d'Armagnac, 2022).

«Экосистеме управления персоналом» присущи все атрибуты экосистем: это сложная гибкая и динамичная структура, состоящая из большого числа различных участников, формирующих в процессе коэволюции совместные ценности и получающие дополнительные личные выгоды от участия в экосистеме. Специфика же данного типа экосистемы заключается в появлении особых элементов: различных артефактов корпоративных культур участников (Yalenios & d'Armagnac, 2022), которые также необходимо учитывать. Также специфичными являются участники экосистемы: это могут быть представители работодателя или объединения работодателей, профсоюзы, представители различных ключевых подразделений предприятий, инициативные группы работников, государственные и научные институты, контролирующие вопросы труда.

К предпосылкам выбора данного типа стратегии можно отнести существенные изменения в характере производства: необходимость внедрения и освоения сотрудниками передовых технологий, рост требований к профессиональным знаниям и навыкам, открытый характер инновационных процессов и т. д. Экосистема управления персоналом обеспечивает переход от прежнего состояния к требуемому новому: она связывает различные заинтересованные стороны данного процесса и координирует их деятельность, учитывая интересы каждой из сторон и согласуя их с интересами экосистемы и предприятия, инициирующего ее создание.

В своей научной работе Дж. Ялениос и С. д'Арманьяк продемонстрировали возможности экосистемного подхода для решения проблем, связанных с человеческими ресурсами, с которыми столкнулось одно из предприятий французской автомобильной промышленности в процессе тотальной цифровизации производственных процессов и рабочих мест (Yalenios & d'Armagnac, 2022).

Стратегия «Экосистема как инструмент государственной политики»

Для данной стратегии характерна ведущая роль промышленного предприятия. Инициатором создания экосистемы выступает государство. Оно выполняет функции оркестратора экосистемы: на начальных этапах обеспечивает ее необходимыми ресурсами и иными видами поддержки, налаживает взаимосвязи между участниками. Далее управление выстроенной экосистемой может быть делегировано промышленности. Причины, по которым государство решает взять на себя инициацию промышленной экосистемы в регионе, могут быть следующими: это является частью государственной политики по развитию экономики или соответ-

ствуется политики развития конкретной местности; у промышленности может быть недостаточно ресурсов для самостоятельного формирования экосистемы. В динамике функционирование промышленных экосистем означает рост предпринимательства и производства в регионе. Конкурентоспособность отдельного производителя определяется сплоченностью и результативностью работы всей экосистемы (Vaillant et al., 2023); также это напрямую влияет на конкурентоспособность региона. Следовательно, целенаправленное создание и развитие промышленных экосистем может являться частью государственных региональных политик по экономическому развитию.

Так, государства Тайваня и Южной Кореи с целью разработки и экспорта комплексных технологических решений развивают новую форму государственного и частного сотрудничества в секторе зеленой энергетики — «гибридную промышленную экосистему», задействуя в ней государственные исследовательские институты и используя их широкие связи. Со стратегической точки зрения данный вид экосистемы способствует конкурентоспособности местных фирм. Независимо от того, делегирована ли роль оркестратора промышленности, данный вид экосистемы является государственным субъектом, цели развития которого и контроль за деятельностью которого осуществляет государство (Kim, 2019).

В Южной Корее промышленные экосистемы являются неотъемлемыми составляющими развития «умных городов». «Умные отрасли» (например, «умные здания» и «умные транспортные средства») являются якорными отраслями в корейских «умных городах» и катализаторами развития других отраслей (Jo et al., 2021).

Целью функционирования региональных промышленных экосистем является достижение желаемых экономических результатов и повышение качества жизни людей. Для этого государству необходимо понимать сложные взаимоотношения ключевых экономических субъектов региона, их потенциалы, особенности данной территории и то, какой результат это может дать в совокупности (Ashton, 2009).

Экосистемный подход может быть использован государством и для комплексного обновления зрелых промышленных экономик, и осуществления инновационной диверсификации промышленных предприятий. Также экосистемный взгляд может помочь государству выявить так называемые «структурные дыры»: близко расположенные организации, не включенные в региональную экосистему, тем самым упускающие свои возможные выгоды, и не вносящие вклад в производство совокупных выгод для экономики региона (Andreoni, 2018).

Для государства развитие промышленных экосистем является и способом совершенствования государственной безопасности, в частности от различного рода кибератак, включая «усовершенствованную постоянную угрозу». Для отражения таких атак необходимо внедрение наиболее современных технологий мониторинга и защиты (Rubio et al., 2019), однако осуществить это промышленному предприятию в одиночку может быть непосильно как в плане ресурсов, так и нехватки соответствующих компетентностей; данные сложности могут быть устранены благодаря экосистемному подходу.

«Экосистема как инструмент конкурентной борьбы для промышленного предприятия»

Принципы экосистемного подхода внедряются предприятиями с целью повышения конкурентоспособности. Экосистемы являются одним из способов ответа на проблему неопределенности, неоднозначности и изменчивости, присущей об-

щественным системам. Экосистемный подход предоставляет новые рыночные возможности. Это ответ на неопределенность в бизнесе и в инновациях (Pattinson et al., 2023). Особенность концепции промышленных экосистем — фокус внимания на динамичные аспекты и эволюционные механизмы. Промышленная экосистема — сложная и адаптивная система в сценарии экономических потрясений. Устойчивая экосистема может противостоять потрясениям и восстанавливаться в случае разрушения. Ванг с соавторами в своем исследовании рассматривают возможности использования экосистемного подхода для повышения устойчивости в угольной промышленности (Wang et al., 2020).

Благодаря экосистемному подходу промышленное предприятие может получить следующие преимущества: модернизация бизнеса в целом, повышение производительности, оптимизация использования различного рода ресурсов; диверсификация продукции и видов деятельности; экономическая стабильность производителя; снижение влияния факторов неопределенности; укрепление позиций в данном рыночном сегменте; выход на новые рынки; переход к опережающему развитию и т. д. (Tyulin et al., 2022).

Промышленные экосистемы выстраиваются вокруг продуктов / услуг и включают множество заинтересованных сторон, находящихся не в иерархических отношениях, ресурсы и продукты / услуги которых дополняют друг друга для создания единого комплексного предложения экосистемы. Экосистему можно считать благоприятной почвой для производства дополнительных технологий и продуктов (Ahokangas et al., 2021).

С учетом современной тенденции смещение спроса с отдельных продуктов на комплексные ценностные предложения, с функциональности отдельного продукта на продукты, включенные в широкую сеть дополнительных возможностей, экосистемный подход выходит на первый план. Дополнительная ценность пользователям продуктов экосистем может предоставляться через расширенный пакет, сопутствующие услуги, а также эксклюзивный доступ к продуктам других участников экосистемы. Соединение различных продуктов в единое комплексное ценностное предложение, которое не только делает потребление продукта удобнее, но и приносит дополнительные бонусы, и становится главным продуктом экосистемы. В результате происходит расширение границ как организации, так и отрасли (Vaillant et al., 2023).

Экосистемы взаимодополняющих промышленных товаров, во-первых, являются более сложными для конкурентов, во-вторых, могут помочь в разрешении дилеммы инноватора, суть которой заключается в том, что с течением времени даже успешные бизнес-модели могут потребовать замены из-за требований рынка к инноваций; однако успешность бизнес-модели подразумевает и то, что она была интересна клиентам, следовательно, конкретная фирма стала ассоциироваться у клиентов с определенным продуктом, фирма же благодаря ему обросла пулом приверженных этому продукту клиентов. Таким образом, фирма оказывается перед выбором: либо переориентироваться на новые продукты, что требует рынок, и потерять клиентов, приверженных старому продукту; либо сохранить привычную бизнес-модель, но в итоге оказаться в числе отраслевых аутсайдеров (Gawer & Cusumano, 2013). Экосистемный подход позволяет подключить к устоявшейся бизнес-модели новых участников, включая производителей взаимодополняющих товаров, что позволяет, не отказываясь кардинально от привычного для фирмы

продукта, дать рынку необходимую инновационную составляющую на основе принципа эмерджентности.

Создание ценности определяется возможностями производителя точно определять потребности клиентов. Промышленная экосистема, выстроенная на базе цифровой платформы, способствует лучшему пониманию потребностей клиентов, а также возможности разрабатывать специальные предложения для различных клиентских сегментов (Burström et al., 2021). В таблице 7 представлены преимущества, обеспечиваемые промышленной экосистемой на базе цифровой платформы.

Ниже представлена сводная таблица, включающая все обозначенные нами стратегии, и два параметра, по которым можно отличить эти стратегии (табл. 8).

Таблица 7

Преимущества, обеспечиваемые промышленной экосистемой на базе цифровой платформы
Table 7

Advantages Provided by the Industrial Ecosystem Based on a Digital Platform

Преимущество	Расшифровка
Прогнозирование	Реализуется через внедрение датчиков в промышленные продукты участников экосистемы, соединение их с цифровой платформой экосистемы и анализа большого объема данных, полученных благодаря этим датчикам; как следствие, повышаются возможности прогнозирования использования конкретных продуктов, потребительского поведения, тенденций и т. д.
Мониторинг и контроль	Возможность анализа данных партнеров по экосистеме повышает качество мониторинга и контроля внутри конкретного промышленного предприятия
Оптимизация	Оптимизация использования промышленных продуктов экосистемы с помощью искусственного интеллекта и конструирования имитационных моделей для выявления различных вариантов использования продуктов и их особенностей
Обоснованность решений	Анализ большого объема данных, генерируемых оборудованием всех участников промышленной экосистемы, осуществляемый искусственным интеллектом, позволяет экосистеме принимать более верные решения и улучшать продукты в соответствии с интересами клиентов
Качество профилактического обслуживания	Повышение качества профилактического обслуживания (например, определение точного времени, когда клиент будет в нем заинтересован) за счет выявления закономерностей и поведенческих особенностей на основе анализа большого объема данных

Источник: составлено авторами по (Burström et al., 2021).

Таблица 8

Сводная таблица базовых стратегий поведения промышленности как участника региональных инновационных экосистем

Table 8

Summary Table of the Key Strategies for Industry Participation in Regional Innovation Ecosystems

Стратегии	Стимул для перехода к экосистемной логике функционирования	Роль промышленного предприятия в структуре экосистемы
Оркестрирование	Включение в структуру дополнительных игроков для формирования уникального ценностного предложения	Первостепенная

Окончание табл. 8 на след. стр.

Стратегии	Стимул для перехода к экосистемной логике функционирования	Роль промышленного предприятия в структуре экосистемы
Присоединение	Получение доступа к ресурсам устоявшихся рыночных игроков и возможности развиваться вместе с ними	Ведомая
Инновационная трансформация	Получение дополнительной гибкости и адаптивности в инновационной деятельности, потенциала к совместному созданию уникальных инноваций	Первостепенная
Цифровая трансформация	Необходимость адаптации к цифровым изменениям промышленных отраслей	Первостепенная
Экологическая трансформация	Необходимость решения негативных последствий для окружающей среды и удовлетворения требований общества относительно экологической повестки	Первостепенная
HR-трансформация	Адаптация человеческих ресурсов к кардинальным изменениям	Первостепенная
Экосистема как инструмент государственной политики	Развитие экономики определенной территории и / или промышленной отрасли	Ведомая
Экосистема как инструмент конкурентной борьбы для промышленного предприятия	Необходимость поиска новых способов ведения конкурентной борьбы и достижения устойчивого развития	Первостепенная

Источник: составлено авторами.

4. Заключение

Таким образом, проведенное нами исследование расширяет теоретические представления об экосистемном подходе, в частности в области промышленных экосистем. Нами была предложена типология базовых стратегий поведения промышленности как участника региональных инновационных экосистем. Типология выстраивается на основании трех критериев: первый — масштаб промышленного предприятия (стратегия «Оркестрирование» и стратегия «Присоединение»); второй — цель, преследуемая промышленным предприятием в процессе трансформации в условиях Индустрии 4.0 (стратегия «Инновационная трансформация», стратегия «Цифровая трансформация», стратегия «Экологическая трансформация», стратегия «HR-трансформация»); третий — инициатор создания региональной инновационной экосистемы (стратегия «Экосистема как инструмент государственной политики» и стратегия «Экосистема как инструмент конкурентной борьбы для промышленного предприятия»).

В работе были представлены характеристики каждой из стратегий. Кроме того, авторами составлена итоговая таблица, позволяющая наглядно разграничить предложенные стратегии на основе таких параметров, как «Стимул для перехода к экосистемной логике функционирования» и «Роль промышленного предприятия в структуре экосистемы».

Результаты данного исследования могут быть использованы учеными, занимающимися проблематикой экосистем, вопросами развития промышленных предприятий и отраслей, а также соответствующими аспектами регионального развития. В практическом ключе данное исследование может быть применимо промышленными предприятиями и экономическими субъектами, тесно взаимодействующими с ними, как ориентир при выборе подходящей стратегии развития. Также работа может выступать в качестве научного обоснования при разработке политик и программ регионального экономического развития.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Гамидуллаева, Л. А. (2023). Промышленный кластер региона как локализованная экосистема: роль факторов самоорганизации и коллаборации. *п-Economy*, 16(1), 62–82. <https://doi.org/10.18721/JE.16105>
- Aguiñaga, E. (2020). Industrial Synergies from “Hidden Structures” of Knowledge. Towards the Foundations of Industrial Ecosystems. *Teuken Bidikay - Revista Latinoamericana De Investigación En Organizaciones, Ambiente Y Sociedad*, 11(16), 91–110. <https://doi.org/10.33571/teuken.v11n16a4>
- Ahokangas, P., Matinmikko-Blue, M., Yrjölä, S., Hämmäinen, H. (2021). Platform Configurations for Local and Private 5G Networks in Complex Industrial Multi-Stakeholder Ecosystems. *Telecommunications Policy*, 45(5), 102128. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2021.102128>
- Amarfii-Railean, N. (2018). Industrial Ecosystems as a Catalyst of Economic Development and Growth in the Frame of Industrial Revolution 4.0. *The Yearbook of the “Gh. Zane” Institute of Economic Researches*, 27(1), 13–26.
- Andreoni, A. (2018). The Architecture and Dynamics of Industrial Ecosystems: Diversification and Innovative Industrial Renewal in Emilia Romagna. *Cambridge Journal of Economics*, 42(6), 1613–1642. <https://doi.org/10.1093/cje/bey037>
- Ashton, W. S. (2009). The Structure, Function, and Evolution of a Regional Industrial Ecosystem. *Journal of Industrial Ecology*, 13(2), 228–246. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2009.00111.x>
- Autio, E., Thomas, L. D. W. (2014). Innovation Ecosystems: Implications for Innovation Management. *The Oxford Handbook of Innovation Management* (pp. 204–228). Oxford: Oxford University Press.
- Babkin, A., Glukhov, V., Shkarupeta, E., Kharitonova, N., Barabaner, H. (2021). Methodology for Assessing Industrial Ecosystem Maturity in the Framework of Digital Technology Implementation. *International Journal of Technology*, 12(7), 1397–1406. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v12i7.5390>
- Bacon, E., Williams, M. D., Davies, G. H. (2019). Recipes for Success: Conditions for Knowledge transfer across Open Innovation Ecosystems. *International Journal of Information Management*, 49, 377–387. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.07.012>
- Burström, T., Parida, V., Lahti, T., Wincent, J. (2021). AI-Enabled Business-Model Innovation and Transformation in Industrial Ecosystems: A Framework, Model and Outline for Further Research. *Journal of Business Research*, 127, 85–95. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.01.016>
- Chang, Y., Ming, X., Chen, Zh., Zhou, T., Liao, X., Song, W. (2023). Stakeholder Requirement Evaluation of Smart Industrial Service Ecosystem under Pythagorean Fuzzy Environment for Complex Industrial Contexts: A Case Study of Renewable Energy Park. *Advanced Engineering Informatics*, 55. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2022.101823>
- Duan, W., Madasi, J. D., Khurshid, A. (2022). How Network Structure and Exchange Rate Volatility Drive the Industrial Ecosystem towards Collapse: A Global Perspective. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 36(1), 1688–1707. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2092524>
- Fracascia, L., Giannoccaro, I., Albino, V. (2021). Ecosystem Indicators for Measuring Industrial Symbiosis. *Ecological Economics*, 183. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.106944>

- Gawer, A., Cusumano, M. A. (2013). Industry Platforms and Ecosystem Innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 31 (3), 417–433. <https://doi.org/10.1111/jpim.12105>
- Jo, S.-S., Han, H., Leem, Y., Lee, S.-H. (2021). Sustainable Smart Cities and Industrial Ecosystem: Structural and Relational Changes of the Smart City Industries in Korea. *Sustainability*, 13 (17), 9917. <https://doi.org/10.3390/su13179917>
- Kim, S.-Y. (2019). Hybridized Industrial Ecosystems and the Makings of a New Developmental Infrastructure in East Asia's Green Energy Sector. *Review of International Political Economy*, 26 (1), 158–182. <https://doi.org/10.1080/09692290.2018.1554540>
- Korhonen, J., Wihersaari, M., Savolainen, I. (2001). Industrial Ecosystem in the Finnish Forest Industry: Using the Material and Energy Flow Model of a Forest Ecosystem in a Forest Industry System. *Ecological Economics*, 39 (1), 145–161. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(01\)00204-X](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00204-X)
- Lowe, E. A., Evans, L. K. (1995). Industrial Ecology and Industrial Ecosystems. *Journal of Cleaner Production*, 3 (1–2), 47–53. [https://doi.org/10.1016/0959-6526\(95\)00045-G](https://doi.org/10.1016/0959-6526(95)00045-G)
- Lyu, Y., Tian, J., Chen, L. (2023). Enabling Sustainable Chemical Manufacturing from Product to Industrial Ecosystem. *Resources, Conservation & Recycling*, 192, 106915. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.106915>
- Marković, G., Sučić, S., Tabak, Z. (2022). Capabilities for Platform Ecosystem Adoption: The Case of an Industrial Incumbent Company. *2022 45th Jubilee International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO), Opatija, Croatia*, (pp. 95–100). <https://doi.org/10.23919/MIPRO55190.2022.9803652>
- Nambisan, S., Baron, R. A. (2021). On the Costs of Digital Entrepreneurship: Role Conflict, Stress, and Venture Performance in Digital Platform-Based Ecosystems. *Journal of Business Research*, 125, 520–532. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.06.037>
- Öberg, Ch., Alexander, A. T. (2019). The Openness of Open Innovation in Ecosystems — Integrating Innovation and Management Literature on Knowledge Linkages. *Journal of Innovation & Knowledge*, 4 (4), 211–218. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2017.10.005>
- Oksanen, K., Hautamäki, A. (2015). Sustainable Innovation: A Competitive Advantage for Innovation Ecosystems. *Technology Innovation Management Review*, 5 (10), 24–30.
- Parida, V., Burström, T., Visnjic, I., Wincent, J. (2019). Orchestrating Industrial Ecosystem in Circular Economy: A Two-Stage Transformation Model for Large Manufacturing Companies. *Journal of Business Research*, 101, 715–725. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.01.006>
- Pattinson, S., Nicholson, J. D., Ehret, M., Velu, Ch., Ryan, P. (2023). Innovation Ecosystems in B2B Contexts: Owning the Space. *Industrial Marketing Management*, 108, A1–A9. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2022.11.004>
- Rubio, J. E., Roman, R., Alcaraz, C., Zhang, Y. (2019). Tracking APTs in Industrial Ecosystems: A Proof of Concept. *Journal of Computer Security*, 27 (2), 1–26. <https://doi.org/10.3233/JCS-191293>
- Sjodin, D., Parida, V., Visnjic, I. (2022). How Can Large Manufacturers Digitalize Their Business Models? A Framework for Orchestrating Industrial Ecosystems. *California Management Review*, 64 (3), 49–77. <https://doi.org/10.1177/00081256211059140>
- Subramaniam, M. (2020). Digital ecosystems and their implications for competitive strategy. *Journal of Organization Design*, 9, 12. <https://doi.org/10.1186/s41469-020-00073-0>
- Thomas, E., Asheim, B. T., Faccin, K. (2020). Universities as Orchestrators of the Development of Regional Innovation Ecosystems in Emerging Economies. *Growth and Change*, 52 (2), 770–789. <https://doi.org/10.1111/grow.12442>
- Tyulin, A. E., Chursin, A. A., Yudin, A. V., Grosheva, P. Yu. (2022). Approaches for Creating a Digital Ecosystem of an Industrial Holding. In Vishnevskiy, V. M., Samouylov, K. E., Kozyrev, D. V. (Eds.). *Distributed Computer and Communication Networks* (pp. 433–444). *DCCN 2021. Communications in Computer and Information Science, Vol. 1552*. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-97110-6_34

Vaillant, Y., Lafuente, E., Vendrell-Herrero, F. (2023). Assessment of Industrial Pre-Determinants for Territories with Active Product-Service Innovation Ecosystems. *Technovation*, 119, 102658. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102658>

Verkasalo, E., Leppälä, J., Muhonen, T., Korpinen, R., Möttönen, V., Kurppa, S. (2019). Novel Industrial Ecosystems and Value Chains to Utilize Side — Streams of Wood Product Industries — Finnish Approach. *Pro Ligno*, 15(4), 157–165.

Wang, D., Wang, Y., Huang, Z., Cui, R. (2020). Understanding the Resilience of Coal Industry Ecosystem to Economic Shocks: Influencing Factors, Dynamic Evolution and Policy Suggestions. *Resources Policy*, 67, 101682. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101682>

Yalenios, J., d'Armagnac, S. (2022). Work Transformation and the HR Ecosystem Dynamics: A longitudinal case study of HRM disruption in the Era of the 4th Industrial Revolution. *Human Resource Management*, 62(1), 55–77. <https://doi.org/10.1002/hrm.22114>

References

Aguiñaga, E. (2020). Industrial Synergies from “Hidden Structures” of Knowledge. Towards the Foundations of Industrial Ecosystems. *Teuken Bidikay - Revista Latinoamericana De Investigación En Organizaciones, Ambiente Y Sociedad*, 11(16), 91–110. <https://doi.org/10.33571/teuken.v11n16a4>

Ahokangas, P., Matinmikko-Blue, M., Yrjölä, S., & Hämmäinen, H. (2021). Platform Configurations for Local and Private 5G Networks in Complex Industrial Multi-Stakeholder Ecosystems. *Telecommunications Policy*, 45(5), 102128. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2021.102128>

Amarfii-Railean, N. (2018). Industrial Ecosystems as a Catalyst of Economic Development and Growth in the Frame of Industrial Revolution 4.0. *The Yearbook of the “Gh. Zane” Institute of Economic Researches*, 27(1), 13–26.

Andreoni, A. (2018). The Architecture and Dynamics of Industrial Ecosystems: Diversification and Innovative Industrial Renewal in Emilia Romagna. *Cambridge Journal of Economics*, 42(6), 1613–1642. <https://doi.org/10.1093/cje/bey037>

Ashton, W. S. (2009). The Structure, Function, and Evolution of a Regional Industrial Ecosystem. *Journal of Industrial Ecology*, 13(2), 228–246. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2009.00111.x>

Autio, E., & Thomas, L. D. W. (2014). Innovation Ecosystems: Implications for Innovation Management. *The Oxford Handbook of Innovation Management* (pp. 204–228). Oxford: Oxford University Press.

Babkin, A., Glukhov, V., Shkarupeta, E., Kharitonova, N., & Barabaner, H. (2021). Methodology for Assessing Industrial Ecosystem Maturity in the Framework of Digital Technology Implementation. *International Journal of Technology*, 12(7), 1397–1406. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v12i7.5390>

Bacon, E., Williams, M. D., & Davies, G. H. (2019). Recipes for Success: Conditions for Knowledge transfer across Open Innovation Ecosystems. *International Journal of Information Management*, 49, 377–387. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.07.012>

Burström, T., Parida, V., Lahti, T., & Wincent, J. (2021). AI-Enabled Business-Model Innovation and Transformation in Industrial Ecosystems: A Framework, Model and Outline for Further Research. *Journal of Business Research*, 127, 85–95. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.01.016>

Chang, Y., Ming, X., Chen, Zh., Zhou, T., Liao, X., & Song, W. (2023). Stakeholder Requirement Evaluation of Smart Industrial Service Ecosystem under Pythagorean Fuzzy Environment for Complex Industrial Contexts: A Case Study of Renewable Energy Park. *Advanced Engineering Informatics*, 55. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2022.101823>

Duan, W., Madasi, J. D., & Khurshid, A. (2022). How Network Structure and Exchange Rate Volatility Drive the Industrial Ecosystem towards Collapse: A Global Perspective. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 36(1), 1688–1707. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2092524>

Fracascia, L., & Giannoccaro, L., Albino, V. (2021). Ecosystem Indicators for Measuring Industrial Symbiosis. *Ecological Economics*, 183. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.106944>

- Gamidullaeva, L. A. (2023). Promyshlennyy klaster regiona kak lokalizovannaya ekosistema: rol' faktorov samoorganizatsii i kollaboratsii [Industrial Cluster of the Region as a Localized Ecosystem: The Role of Selforganization and Collaboration Factors]. *π-Economy*, 16(1), 62–82. <https://doi.org/10.18721/JE.16105>. (In Russ.)
- Gawer, A., & Cusumano, M. A. (2013). Industry Platforms and Ecosystem Innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 31(3), 417–433. <https://doi.org/10.1111/jpim.12105>
- Jo, S.-S., Han, H., Leem, Y., & Lee, S.-H. (2021). Sustainable Smart Cities and Industrial Ecosystem: Structural and Relational Changes of the Smart City Industries in Korea. *Sustainability*, 13(17), 9917. <https://doi.org/10.3390/su13179917>
- Kim, S.-Y. (2019). Hybridized Industrial Ecosystems and the Makings of a New Developmental Infrastructure in East Asia's Green Energy Sector. *Review of International Political Economy*, 26(1), 158–182. <https://doi.org/10.1080/09692290.2018.1554540>
- Korhonen, J., Wihersaari, M., & Savolainen, I. (2001). Industrial Ecosystem in the Finnish Forest Industry: Using the Material and Energy Flow Model of a Forest Ecosystem in a Forest Industry System. *Ecological Economics*, 39(1), 145–161. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(01\)00204-X](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00204-X)
- Lowe, E. A., & Evans, L. K. (1995). Industrial Ecology and Industrial Ecosystems. *Journal of Cleaner Production*, 3(1–2), 47–53. [https://doi.org/10.1016/0959-6526\(95\)00045-G](https://doi.org/10.1016/0959-6526(95)00045-G)
- Lyu, Y., Tian, J., & Chen, L. (2023). Enabling Sustainable Chemical Manufacturing from Product to Industrial Ecosystem. *Resources, Conservation & Recycling*, 192, 106915. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.106915>
- Marković, G., Sučić, S., & Tabak, Z. (2022). Capabilities for Platform Ecosystem Adoption: The Case of an Industrial Incumbent Company. *2022 45th Jubilee International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO), Opatija, Croatia*, (pp. 95–100). <https://doi.org/10.23919/MIPRO55190.2022.9803652>
- Nambisan, S., & Baron, R. A. (2021). On the Costs of Digital Entrepreneurship: Role Conflict, Stress, and Venture Performance in Digital Platform-Based Ecosystems. *Journal of Business Research*, 125, 520–532. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.06.037>
- Öberg, Ch., & Alexander, A. T. (2019). The Openness of Open Innovation in Ecosystems — Integrating Innovation and Management Literature on Knowledge Linkages. *Journal of Innovation & Knowledge*, 4(4), 211–218. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2017.10.005>
- Oksanen, K., & Hautamäki, A. (2015). Sustainable Innovation: A Competitive Advantage for Innovation Ecosystems. *Technology Innovation Management Review*, 5(10), 24–30.
- Parida, V., Burström, T., Visnjic, I., & Wincent, J. (2019). Orchestrating Industrial Ecosystem in Circular Economy: A Two-Stage Transformation Model for Large Manufacturing Companies. *Journal of Business Research*, 101, 715–725. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.01.006>
- Pattinson, S., Nicholson, J. D., Ehret, M., Velu, Ch., & Ryan, P. (2023). Innovation Ecosystems in B2B Contexts: Owning the Space. *Industrial Marketing Management*, 108, A1–A9. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2022.11.004>
- Rubio, J. E., Roman, R., Alcaraz, C., & Zhang, Y. (2019). Tracking APTs in Industrial Ecosystems: A Proof of Concept. *Journal of Computer Security*, 27(2), 1–26. <https://doi.org/10.3233/JCS-191293>
- Sjödin, D., Parida, V., & Visnjic, I. (2022). How Can Large Manufacturers Digitalize Their Business Models? A Framework for Orchestrating Industrial Ecosystems. *California Management Review*, 64(3), 49–77. <https://doi.org/10.1177/00081256211059140>
- Subramaniam, M. (2020). Digital ecosystems and their implications for competitive strategy. *Journal of Organization Design*, 9, 12. <https://doi.org/10.1186/s41469-020-00073-0>
- Thomas, E., Asheim, B. T., & Faccin, K. (2020). Universities as Orchestrators of the Development of Regional Innovation Ecosystems in Emerging Economies. *Growth and Change*, 52(2), 770–789. <https://doi.org/10.1111/grow.12442>
- Tyulin, A. E., Chursin, A. A., Yudin, A. V., & Grosheva, P. Yu. (2022). Approaches for Creating a Digital Ecosystem of an Industrial Holding. In Vishnevskiy, V. M., Samouylov, K. E., Kozyrev, D. V. (Eds.). *Distributed Computer and Communication Networks* (pp. 433–444). DCCN 2021.

Communications in Computer and Information Science, Vol. 1552. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-97110-6_34

Vaillant, Y., Lafuente, E., & Vendrell-Herrero, F. (2023). Assessment of Industrial Pre-Determinants for Territories with Active Product-Service Innovation Ecosystems. *Technovation*, 119, 102658. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102658>

Verkasalo, E., Leppälä, J., Muhonen, T., Korpinen, R., Möttönen, V., & Kurppa, S. (2019). Novel Industrial Ecosystems and Value Chains to Utilize Side — Streams of Wood Product Industries — Finnish Approach. *Pro Ligno*, 15(4), 157–165.

Wang, D., Wang, Y., Huang, Z., & Cui, R. (2020). Understanding the Resilience of Coal Industry Ecosystem to Economic Shocks: Influencing Factors, Dynamic Evolution and Policy Suggestions. *Resources Policy*, 67, 101682. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101682>

Yalenios, J., & d'Armagnac, S. (2022). Work Transformation and the HR Ecosystem Dynamics: A longitudinal case study of HRM disruption in the Era of the 4th Industrial Revolution. *Human Resource Management*, 62(1), 55–77. <https://doi.org/10.1002/hrm.22114>

Информация об авторах

Акбердина Виктория Викторовна — доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент РАН, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук; <http://orcid.org/0000-0002-6463-4008> (Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29; e-mail: akb_vic@mail.ru).

Василенко Елизавета Валерьевна — аспирант, младший научный сотрудник Центра структурной политики, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук; <http://orcid.org/0000-0001-5846-2185> (Российская Федерация, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29; e-mail: elisabet.vasilenko@gmail.com).

About the authors

Viktorija V. Akberdina — Dr. Sci. (Econ.), Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; <http://orcid.org/0000-0002-6463-4008> (29, Moskovskaya St., Ekaterinburg, Russian Federation; e-mail: akb_vic@mail.ru).

Elizaveta V. Vasilenko — PhD Student, Junior Research Associate of Centre for Structural Policy Research, Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; <http://orcid.org/0000-0001-5846-2185> (29, Moskovskaya St., Ekaterinburg, Russian Federation; e-mail: elisabet.vasilenko@gmail.com).

Дата поступления рукописи: 15.05.2023.

Прошла рецензирование: 05.06.2023.

Принято решение о публикации: 22.08.2023.

Received: 15 May 2023.

Reviewed: 05 Jun 2023.

Accepted: 22 Aug 2023.