

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА

УДК: 338.001.36
JEL: O25

Управление промышленными экосистемами в едином цифровом пространстве

Ю.А. Ковальчук, д.э.н., профессор

<http://orcid.org/0000-0002-9959-3090>; SPIN-код (РИНЦ): 9948-1400

Scopus author ID: 57192083635

e-mail: fm-science@inbox.ru

И.М. Степнов, д.э.н., профессор

<http://orcid.org/0000-0003-4107-6397>; SPIN-код (РИНЦ): 3806-1500

Scopus author ID: 57192089541

e-mail: stepnoff@inbox.ru

Для цитирования

Ковальчук Ю.А., Степнов И.М. Управление промышленными экосистемами в едином цифровом пространстве // Проблемы рыночной экономики. – 2022. – № 3. – С. 107-121.

DOI: <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2022-3-107-121>

Аннотация

Предмет/тема. В статье представлена оригинальная оценка развития систем управления взаимодействиями в современных экосистемах в условиях развития промышленности и формирования единого цифрового пространства. **Цель.** Исследование имеет целью обоснование подходов к разработке концептуальных решений для эффективного управления промышленными экосистемами. **Методология.** Проведен критический анализ распространения экосистемного подхода для интеграции в промышленности при наличии общих закономерностей управления. **Результаты.** Определены факторы формирования новой модели управления в едином цифровом пространстве: историческое наследие, децентрализация/централизация, дуальность модели управления, обратная связь, сервисы, цикличность, технологии, виртуализация управления, цифровое доверие и цифровая ответственность, архитектура структур управления. Обоснован дуальный характер новых процессов, когда единая система формирует две сферы управления (собственно система управления развитием и система управления взаимодействием), связанные между собой обратной связью. Показано, что для эффективной производственной экосистемы уровень формирования цепочек создания стоимости остается прерогативой участников, что принципиально отличает экосистемный подход от кластерного. Установлен потенциал экосистемной модели как инфраструктурной или сервисной, в отличие от кластерной продуктовой. Выделен технологический аспект управления, в основу которого заложено свойство современных технологий разделять управляющую и трансформационную части, представляя возможности управления технологиями в цифровой среде, что создает более эффективную интеграцию в единое цифровое пространство и включение технологий дополненной реальности во взаимодействие с киберфизическими системами, обеспечивающими информационную достоверность управляемых объектов. **Выводы.** Установлены отличия системы управления в классической, кластерной и экосистемных моделях и сформировано концептуальное видение возможностей ее обновления с учетом выявленных представлений о структуре взаимодействия в экосистеме и критериев эффективности управления (метрик).

Ключевые слова: экосистема, промышленность, экономическое развитие, управление, единое цифровое пространство, цифровая трансформация.

Благодарность: статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию Фининиверситету.

Managing industrial ecosystems in a united digital space

Julia A. Kovalchuk, Dr. of Sci. (Econ.), Professor

<http://orcid.org/0000-0002-9959-3090>; SPIN-code (RSCI): 9948-1400

Scopus author ID: 57192083635

e-mail: fm-science@inbox.ru

Igor M. Stepnov, Dr. of Sci. (Econ.), Professor

<http://orcid.org/0000-0003-4107-6397>; SPIN-code (RSCI): 3806-1500

Scopus author ID: 57192089541

e-mail: stepnoff@inbox.ru

For citation

Kovalchuk J.A., Stepnov I.M. Managing industrial ecosystems in a united digital space // Market economy problems. – 2022. – No. 3. – Pp. 107-121 (In Russian).

DOI: <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2022-3-107-121>

Abstract

Subject/topic. The article presents an original assessment of the development of interaction management systems in modern ecosystems in the context of industrial development and the formation of a united digital space. **Goal.** The research aims to substantiate approaches to the development of conceptual solutions for the effective management of industrial ecosystems. **Methodology.** A critical analysis of the spread of the ecosystem approach for integration in industry in the presence of general management patterns is carried out. **Results.** The factors of formation of a new management model in a united digital space are determined: historical heritage, decentralization/centralization, duality of the management model, feedback, services, cyclicity, technologies, management virtualization, digital trust and digital responsibility, architecture of management structures. The dual nature of new processes is substantiated, when a single system forms two spheres of management (the development management system itself and the interaction management system), interconnected by feedback. It is shown that for an effective production ecosystem, the level of formation of value chains remains the prerogative of participants, which fundamentally distinguishes the ecosystem approach from the cluster approach. The potential of the ecosystem model as an infrastructure or service model, as opposed to a cluster product model, has been established. The technological aspect of management is highlighted, which is based on the property of modern technologies to separate the control and transformational parts, presenting the possibilities of technology management in a digital environment, which creates more effective integration into a united digital space and the inclusion of augmented reality technologies in interaction with cyber-physical systems that ensure the information reliability of managed objects. **Conclusions.** The differences of the management system in the classical, cluster and ecosystem models are established and a conceptual vision of the possibilities of updating it is formed, taking into account the identified ideas about the structure of interaction in the ecosystem and management efficiency criteria (metrics).

Keywords: *ecosystem, industry, economic development, management, unified digital space, digital transformation.*

Acknowledgments: *the article was prepared based on the results of research carried out at the expense of budgetary funds under the state task of the Financial University.*

Введение

Авангард современной экономики представлен значительным количеством различных экосистем (инновационных, предпринимательских, знаний и других). В их числе промышленные экосистемы все чаще и чаще привлекают внимание как исследователей, так и практиков. Первоначально промышленные экосистемы воспринимались в экологическом аспекте (Korhonen, 2001), но в последние годы более принятым становится понимание новой формы организации промышленности, не исключающей и экологические решения. Согласно Г.Б. Клейнеру (автору одной из первых публикаций в России, где используется единое сочетание) «промышленные экосистемы» – это «устойчивые социально-экономические образования, органически сочетающие черты кластеров, холдингов, финансово-промышленных групп, технопарков и бизнес-инкубаторов» (Клейнер, 2018, с. 53), уточнившему в последующем, что это «локализованный комплекс организаций, бизнес-процессов, инновационных проектов и инфраструктурных образований, способный к длительному самостоятельному функционированию за счет кругооборота ресурсов, продуктов и систем» (Клейнер, 2019, с. 40). Указанное определение делает логичным вывод о том, что экосистема представляет собой промежуточное место между экономическими агентами и рынком (Степнов, 2020). Тем не менее, является ли экосистема конечной целью современной цифровой трансформации или просто текущим этапом? Ответа на этот вопрос нет в опубликованных статьях, что говорит о высокой турбулентности современных процессов и отсутствия ясного понимания архитектуры экономики будущего. В целом можно сделать вывод только о том, что экосистема имеет потенциал замещения как рынка (формируя квази-рынки или рынки соответствия), так и экономических агентов (аккумулируя предпринимательский потенциал в едином цифровом пространстве). По нашему мнению, вероятность интеграции экономических агентов значительно выше, чем вероятность формирования новых типов рынков, полностью состоящих из экосистем. Это связано, прежде всего, с тем, что характерной чертой экосистемы оказывается новое свойство – снижение уровня контроля, так как участники не в полной мере контролируются иерархией (системой управления) (Jacobides, Cennamo and Gawer, 2018).

За четыре года, прошедших с публикации Г.Б. Клейнера, количество публикаций по тематике «промышленность» и «экосистемы» существенно возросло (Толстых и Надаенко, 2020; Сиротина, 2022; Толстых, Шмелева и Клюка, 2022; Третьякова и Фрейман, 2022). Анализ статей в этой сфере показывает, что, несмотря на активную дискуссию – что такое экосистема, что такое промышленная экосистема, каков образ промышленной экосистемы, каковы отличия экосистемы от кластера, – в значительно меньшей мере уделяется внимание тому, как управлять промышленной экосистемой, что означает экосистемный подход в управлении, какие ограничения и возможности для управления создает формируемое единое цифровое пространство? Хотя уже в своей работе Г.Б. Клейнер (Клейнер, 2018, с. 60) утверждает, что центр тяжести управления должен быть перенесен именно на «управление экосистемами», но проблема управления остается недостаточно решенной. Кроме того, одновременно получают развитие два новых термина: «управление экосистемами» и «экосистемный подход к управлению», например, (Чернова, Матвеева и Горелова, 2021). Если второй термин – экосистемный подход, подразумевающий возникновение дополнительной структуры, обеспечивающей конкурентные преимущества ее участникам, по сравнению с предыдущими формами организации промышленности более очевиден, то первый термин нуждается в дальнейшем изучении.

Особого внимания также требует утверждение ряда исследователей (как зарубежных (Holgersson et al, 2022; Jacobides, Cennamo and Gawer, 2018), так и российских (Плахин, Кочергина и Селезнева, 2022)) о том, что в рамках экосистемы ее участники ориентированы на отказ от фокусирования на фирму как объект управления, и в этом случае открываются

широкие возможности по взаимодействию, – именно цифровое пространство становится новой реальностью для развития бизнеса. Не дискутируя с авторами утверждений по роли фирмы в экосистемах, отметим, что сам факт отказа от фокусирования на фирму позволяет сделать заключение о том, что классические методы управления (как общие, так и частные) должны в любом случае претерпевать изменения. При этом отмечается, что общие закономерности управления сохраняются (Антонов и Самосудов, 2018) в цифровом менеджменте, который только добавляет новые возможности. Исследователи, декларируя, что в настоящее время формируется новая парадигма менеджмента, указывают отдельные изменения, не выстраивая целостной картины, например, (Маркова и Кузнецова, 2020). Также вводятся и новые термины для экосистем, к примеру, понятие «структурное управление» (Володина, 2021) и принципы такого управления, которые в настоящее время требуют подтверждения и исследований.

Обобщая имеющиеся известные решения, можно сделать вывод о том, что, несмотря на недостаточность эмпирических данных для разработки рекомендаций по развитию управления экосистемами, уже возможно выделить несколько новых факторов и вытекающих из них концептуальных положений, которые в будущем могут стать основой новой модели управления в едином цифровом пространстве.

Историческое наследие

Первоначально, изучая динамику изменений уже происходивших управленческих парадигм, прежде всего, следует особо выделить так называемое «историческое наследие». За исключением небольшого количества новых бизнес-моделей, основная доля промышленных решений обладает значительным историческим опытом, который довлеет над принятием цифровых решений. Эта ситуация приводит к формированию дополнительного барьера при экосистемном проектировании, при этом этот барьер чаще всего возникает в мышлении организаторов крупных производств и предпринимателей (Sjödin, Parida and Visnjic, 2022). Историческое наследие современных бизнес-моделей, прежде всего, ощущается в так называемом ресурсном мышлении (когда все базовые стратегии строились исходя из доступа к ресурсам). Такое видение во многом было признано неэффективным за последние десятилетия, но было снова возрождено текущим энергетическим кризисом. Несомненно, в настоящее время нецелесообразно полностью отказываться от стратегий, основанных на доступности ресурсов, и полностью переориентироваться на модели потребления («захвата стоимости») (Sjödin, Parida and Visnjic, 2022). Указанный факт позволяет сформулировать одно из концептуальных положений управления экосистемами, что, несмотря на ориентированность на бизнес-модели и взаимодействие, ресурсное обеспечение может оказаться одним из важнейших критериев устойчивости промышленных экосистем, обеспечивая и стабильность партнерских отношений. Далее (в части, посвященной сервисному подходу) мы покажем возможность имплементации ресурсных стратегий в функциональные сервисы экосистемы.

Вторым историческим наследием, влияющим на развитие экосистем и поиск подходов к управлению, является кластерная концепция. Следует отметить, что в российской практике кластерная концепция не получила полной реализации (как полного копирования с зарубежных решений), а трансформировалась в соответствии с теми проблемами и задачами, которые стояли перед российскими регионами. Основной вопрос, который привлекает в настоящее время исследователей, – это взаимоотношения и взаимосвязи между экономическими агентами в псевдорыночной категории «кластер» во всех его проявлениях. Сегодня в явном виде присутствует потребность осмысления факта: является ли экосистема развивающим, дополняющим или замещающим решением кластерных концепций (Титова и Зиглина, 2021). Несомненно, что в основе и того, и другого подхода находится то утверждение, что именно кооперация и координация во всех их проявлениях являются основой взаимодействия организаций и построения общих бизнес-процессов. Наиболее ярким примером такого подхода выступает определение экосистемы «как гармонично устроенной совокупности кластеров» (Андросик, 2016). Ряд зарубежных исследователей совершенно определенно утверждают, что промышленная экосистема привязана к региону (De Propriis and Bailey, 2020), что еще больше усиливает тезис о кластерном наследии. Однако, на наш взгляд, принципиальным отличием

кластера и экосистемы является иная система организации взаимодействия и, соответственно, иные подходы к управлению, прежде всего в цифровой среде.

Бесспорно, ключевым отличием кластера является принцип управления – в кластерной среде возможно и нужно формирование управляющей компании кластера (проектного офиса кластера), который обеспечивает взаимодействие между участниками кластера на основе экономического интереса к уникальному предмету обмена и/или территориальной близости, создавая эффект кластерного рычага (Степнов, Ковальчук и Горчакова, 2019). Указанное свойство однозначно позволяет отнести промышленный кластер к экономическим агентам более высокого уровня, чем промышленные предприятия, и с более эффективным доступом к ресурсам (Давиденко, Беспалый и Бекниязова, 2020). В экосистеме же пока нет единого критерия эффективности взаимодействия. Отсутствие единого управления бизнес-процессами, возникающими в экосистеме, позволяет выдвинуть тезис о невозможности эффекта рычага в экосистемах, так как у создателей экосистем и ее участников оказываются различные экономические интересы. Этот вывод подкрепляется также и тем утверждением, что конечной целью экосистем является удовлетворение потребности в благах (Jacobides, Cennamo and Gawer, 2018). Следует также отметить, что «размытие» отраслевых границ в экосистемах («от границ фирмы до границ локальной сети» (Давиденко, Беспалый и Бекниязова, 2020)), когда экосистема формирует взаимодействие в тех сферах, которые раньше были недоступны из-за отраслевых барьеров, прямо противоречит кластерным решениям.

Вышесказанное позволяет сделать вывод, что экосистема, возможно, и опирается на опыт кластерного взаимодействия, но не является прямым наследником кластеризации экономики. Несомненно, что в настоящее время недостаточно эмпирического опыта для подтверждения данного вывода, но теоретически и при определении отличий в классической, кластерной и экосистемной моделях управления (табл. 1) совершенно очевидно, что, например, принципы кластерного управления неприемлемы для экосистем, несмотря на возможность территориальной общности.

Таблица 1 / Table 1

Отличия параметров систем управления / Differences of management system parameters

Параметр	Классическая модель	Кластерная модель	Экосистемная модель	
			(развитие)	(взаимодействие)
воздействие	субъект – объект	субъект – цепочка	субъект – сервисы	сеть
объект управления	промышленное предприятие	цепочка создания стоимости	набор сервисов	сетевое взаимодействие
цель	стоимость	доходность	рост участников (потребителей сервисов)	продукт или услуга (необходимые блага)
внешняя среда	рынок	рынок	рынок	экосистема
структура	любая	сетевая	линейная	функциональная
метрики	финансовые результаты	финансовые результаты	устойчивость	монетизация потребности

Источник / Source: разработано авторами / developed by the authors.

Тем не менее для многих практических решений влияние кластеризации будет сохраняться, что потребует его учета в базовых подходах к принятию решений в экосистемах.

Централизация/децентрализация

Следующей проблемой, требующей своего разрешения, становится неоднозначность видения роли экосистем в экономике и формирование представлений о централизации/децентрализации их управления (Степнов, 2020). Сложилось два принципиально разных подхода к централизации: 1) декларирование возможности самоорганизации или самоуправления (т.е. созданная экосистема

автоматически формирует взаимодействие при появлении задач или участников, не требуя специальных управленческих решений) и задача управления сводится к обеспечению устойчивости такой экосистемы; 2) декларирование целевого управления экосистемой независимо от стратегии поведения участников. Второй подход при этом учитывает цикличность развития экосистемы (Ковальчук, Степнов и Бикаленко, 2022), как минимум, ориентируясь на три стадии (создание, функционирование и развитие). С нашей точки зрения, большее преимущество получает именно второй подход, при котором сама экосистема управляется централизованно и директивно, обеспечивая быструю реакцию на требования рынка, а взаимодействие участников осуществляется децентрализованно, несмотря на то, что функцию «оркестратора» ряд исследователей вводят только для зрелого типа промышленных экосистем (Глухов, Бабкин, Шкарупета и Плотников, 2021). Такая модель также требует отказа от делегирования полномочий участникам системы, заменяя ее гибкостью поведения или адаптивностью.

Дуальность модели управления

Указанная выше ситуация подтверждает наше предположение о том, что создатели экосистемы и ее потребители не могут иметь одинаковые цели и критерии эффективности (несмотря на ряд публикаций, утверждающих обратное, прежде всего в симбиотических концепциях (Миронова и др., 2022)). Принимая как факт противоречивость целеполагания организаторов экосистемы и основных участников, следует говорить о двух различных сферах управления: сфере функционирования и сфере организации взаимодействия.

В свою очередь, организация взаимодействия может быть разделена на три подуровня: уровень выявления ценностного предложения (потенциальных потребителей), уровень материализации ценностного предложения (создание продукта или оказание услуги) и уровень осуществления расчетов. Совершенно очевидно, что выделенные три уровня будут полностью реализованы только в рамках бизнес-модели, которая является стратегическим решением участника экосистемы. Соответственно, чтобы быть точными в терминологии, в условиях такого решения промышленная экосистема с точки зрения управления будет представлять собой набор сервисов, обеспечивающих реализацию бизнес-модели участников. Этот вывод согласуется, например, с определением цифрового менеджмента как системы, «направленной на построение устойчивой цифровой инфраструктуры» (Калязина, 2021).

В большинстве случаев воздействие экосистемы (ее менеджмента) на участников может носить либо регулирующий, либо запретительный подход, но не менять характер, форму и содержание взаимодействия. Для обеспечения заинтересованности участников экосистема лишь формирует сервисы, адаптируясь к внешней среде, частично заменяя функции экономического агента, участника экосистемы.

Итак, концептуально мы выделяем два независимых пространства (сферы) для управления: развитие экосистемы и ее функционирование. Если в первом случае результатом управления (целью) является рыночно обоснованный набор функциональных сервисов, то во втором – созданные цепочки создания стоимости. Обратной связью первого случая является возможность/невозможность создания таких цепочек, во втором случае – финансовая реализуемость созданных связей. Такой экосистемный взгляд позволяет устранить противоречия между участниками и самой экосистемой. Таким образом, наделение экосистемы свойством создания цепочек создания стоимости не всегда правомерно и часто носит публицистичный характер, отнюдь не практический или научно обоснованный. Разделение ролей участников и организаторов позволяет отказаться от ненужной дискуссии и устранить исключительную задачу формирования цепочек (продуктовых, производственных и логистических) из сферы собственно самой экосистемы, обеспечив эту возможность для участников.

Разделение свойств экосистемы позволяет выявить два необходимых решения экосистемы, при этом, как отмечалось выше, адаптация сервисов экосистемы к рынкам должна осуществляться централизованно (директивно), иные решения приводят к потере темпов адаптации и, соответственно, снижению возможностей для участников (и их оттоку).

Обратная связь

Адаптивная модель поведения и изменение классической концепции управления с обратной связью (в классическом варианте – субъект, объект, обратная связь) на две независимые подсистемы (образованные из двух управленческих пространств, о которых говорилось выше) с обратной связью от подсистемы взаимодействия к подсистеме организации и развития. Изменения в организации обратной связи различны для различных акторов экосистемы и опираются на противоречивость экономических интересов организаторов экосистем и пользователей (участников) (случай, когда частично организатор экосистемы является пользователем, считаем, как частный и не рассматриваем). Так или иначе, в соответствии с теорией дизайна рынков соответствия (а внутренняя среда экосистемы и является рынком соответствия) для создания должен использоваться ресурс, доступ к которому ограничен или регламентирован экосистемой. Если такой доступ: а) неограничен, б) не может контролироваться, то привлечение участников становится свободным выбором, что, в свою очередь, снизит количество участников, и они будут распределяться между экосистемами иными принципами (дочерние или зависимые, локальный выбор и т.д.). Любое ограничение доступа востребованного ресурса приводит к смещению выбора потенциального участника. Следует отметить, что такие ограничения могут быть непрямыми (косвенными), затрудняя выбор. Как правило, такие ограничения наиболее популярны на выход из экосистемы или осуществления операций вне ее. Однако в целом в настоящее время наблюдается существенная неоднородность по набору функций и ограничений, и говорить о типологии моделей такого поведения еще рано в силу отсутствия объективных данных, так как оценки таких свойств пока выполняются на уровне опросов, а не реальных метрик.

Сервисы

В настоящее время сервисы формируются по трем принципам: цифровизация прошлого (Нян, 2022), копирование успешного опыта (Плахин и Корчагин, 2021) и креативное созидание (Салогуб, 2022). Все три процесса в целом носят практико-ориентированный характер, основанный на организации доступа к ресурсам и рынкам сбыта (West, Gaiardelli and Saccani, 2022). Особое внимание следует обратить на доступ к технологиям, так как именно эта сфера оказалась наиболее чувствительна к ограничительным мерам, что в настоящее время потребует существенных исследований в области обеспечения суверенного технологического развития.

В каждом из трех вариантов формирования сервисов необходимо применять централизованный подход к управлению, обеспечивающий наиболее быструю реакцию на рыночные изменения, так как иные подходы (децентрализованный) или распределенный будут более длительными в качестве решений. Речь в данном случае идет не о наполнении функционалом сервиса, его проектирования (этот процесс действительно может быть децентрализованным, сетевым и т.д.), а о принятии решений о создании нового сервиса и вводе его в эксплуатацию.

Не менее популярна в исследованиях и обратная задача. Могут ли участники экосистемы (как те же стейкхолдеры) формировать новый облик экосистемы (Jacobides, Cennamo and Gawer, 2018)? Как уже отмечалось ранее, эта задача должна быть отнесена к функции обратной связи при создании сервисов: если участники обосновывают заинтересованность в развитии экосистемы, то централизованное управление создает эту возможность для более быстрой трансформации. На наш взгляд, формирование децентрализованной системы развития может привести к излишним издержкам в силу более медленной процедуры обоснования нового сервиса и ошибочных локальных представлений отдельных участников. Именно поэтому концептуально важно рассматривать новую модель обратной связи.

Цикличность

Цикличность развития (прежде всего, каждая стадия) также оказывает влияние на подходы к управлению экосистемой в зависимости от ее зрелости.

Опираясь на предложенный в работе (Ковальчук, Степнов и Бикаленко, 2022) подход, отметим, что в настоящее время целесообразно рассматривать первые три стадии развития (привлечение участников, достигая необходимого разнообразия, развитие продуктов и услуг,

которые технологически могут быть реализованы в данной структуре и обеспечение технологического разнообразия для оказания услуг). При этом на выбранную модель надо наложить ограничения, возникающие в процессе становления экосистем в реальной деятельности. Как правило, первоначальные экосистемы были полностью инновационными и ориентировались на прорывные решения, то современные промышленные экосистемы начинают трансформироваться с учетом прошлого опыта. Поэтому во многом первые экосистемы опирались на маркетинговые решения, продуктовую аналитику и т.д., когда сами методы носили характер привлечения участников, а не развития экосистемы. Для промышленных экосистем сегодня большую приоритетность получают методы обеспечения технологического суверенитета, с одной стороны, и ограничительные меры по защите технологических решений, с другой. Именно такой подход должен в перспективе обеспечить будущую устойчивость промышленного объединения. При этом сама экосистема (ее менеджмент) должна определить выбор проактивных или реактивных методов управления. С одной стороны, единое цифровое пространство, созданное и контролируемое государством, может обеспечить доступ к технологиям избранных участников, и в этом случае будет достаточно реактивных подходов, но при высокой турбулентности экономических отношений и технологического обновления такого решения может оказаться недостаточно, и в практику технологического развития возможно включать проактивные методы управления, в том числе и учитывающие результаты прогнозирования научно-технического прогресса (например, по методологии Форсайт).

Технологии

При оценке технологического развития следует учесть, что важную роль играет представление технологии в составном виде (управляющей и трансформирующей части). Именно это решение позволяет осуществить более широкое распространение технологии с сохранением контроля за ее использованием. Поэтому в рамках развития методов управления именно самой экосистемы (не участников) целесообразно включить в управленческую парадигму технологическую составляющую, внося в управляющую часть технологии (реализованную в цифре) меры по защите технологий от несанкционированного доступа вплоть до утери технологии.

Этот же аспект к развитию теоретических основ управления экосистемами поднят в статье (Головина и Потанин, 2021), авторы которой определяют экосистему как «совокупность технологий, создаваемых и применяемых предприятиями в данном секторе экономики и обеспечивающих обмен ресурсами». При большом потенциале этого определения для промышленных экосистем его авторы исключают такое явление, как размытие отраслевых границ, когда владение сквозной технологией позволяет преодолеть барьеры между отраслями, поэтому для целей управления такое видение следовало бы скорректировать – не любые технологии, а сквозные технологии и владение (доступ), которые позволяют сформировать устойчивое объединение участников и достичь необходимого уровня «симбиоза» (Чернова, Матвеева и Горелова, 2021). При этом отметим, что полностью промышленную экосистему только на совокупности технологий (в том числе на лидирующих) создать невозможно, поэтому данное видение должно быть реализовано в виде одного из сервисов, а не стать стержнем функционирования. Иными словами, управление технологиями стало неотъемлемой частью функционирования экосистемы: для технологий, владельцами которых является экосистема, они должны быть реализованы в виде сервисов, а для технологий, владельцами которых являются участники, они реализуются в цепочках создания стоимости. Поэтому на технологии также будут распространяться отношения централизации/децентрализации, рассмотренные выше.

Виртуализация управления

Следующей особенностью управления должна стать его виртуализация, т.е. функционирование в дополненной реальности с возможностью, где это можно, построения киберфизических систем, автоматически поставляющих информацию в управленческую подсистему. Не требует доказательства утверждение, что для материальных активов

(характерных для промышленности) механизмы виртуальной реальности пока не приемлемы. Более подробно принципы виртуализации в управлении активами рассмотрены в работе (Степнов и Ковальчук, 2021), они применимы и для целей настоящего исследования, но основным выводом которого становится то, что для современной модели управления наиболее востребована среда именно в виде дополненной реальности.

Цифровое доверие и цифровая ответственность

Современная система управления, реализуемая в цифровой среде, должна сформировать два новых свойства, отсутствующих у предыдущих систем управления: цифровое доверие и цифровая ответственность. Если цифровую ответственность можно считать определенным наследием корпоративной социальной ответственности, то цифровое доверие становится новой категорией, без которой эффективная система взаимодействия не может быть построена. Такое доверие должно формировать необходимый уровень восприятия со стороны стейкхолдеров, среди которых, кроме традиционных институциональных или правительственных акторов, необходимо выделить участников взаимодействия (цепочек создания стоимости).

При этом каждая последующая стадия внедрения новых сервисов/технологических решений должна сопровождаться обновлением цифрового доверия, иными словами, каждый сервис имеет подтвержденный сертификат о цифровом доверии формально и должен иметь положительную оценку среди участников экосистемы. Аналогично и система цифровой ответственности должна охватывать ряд направлений (Herden, Alliu, Cakici et al, 2021): экономическое, правовое, этическое, общественное и обеспечивать решение необходимых задач, имеющих значение для общества. Во многом качество управления промышленной экосистемой будет оцениваться по уровню цифровой ответственности и обеспечению доверия. В целом оценка цифрового доверия и цифровой ответственности должна быть включена в алгоритм обратной связи от подсистемы взаимодействия к подсистеме развития.

Архитектура структур управления

Классическая теория утверждает, что управление непосредственным образом реализуется через соответствующую структуру, обеспечивающую управление экосистемой как единым целым. Предложенная выше дуальная модель управления для экосистем показывает, что структура не может быть представлена единым решением, а только комплексом взаимосвязанных моделей. Поэтому необходимо формировать две структуры: в первоначальном варианте для управления развитием – линейную структуру, обеспечивающую быстрое принятие решений, высокий уровень ответственности (без делегирования полномочий) и рост ответственности за принимаемые решения. Для этой части архитектуры управления неприемлемо формирование популярных в настоящее время сетевых, динамичных и других структур с неформальными связями. Например, предложенная сетевая модель архитектуры инновационной экосистемы промышленности региона (Плахин, Ткаченко и Евсева, 2020) не будет обладать свойствами экосистемы, так как взаимодействие статично закрепляется в предложенном графе (что скорее будет соответствовать кластерному подходу).

Для формирования взаимодействия и сбора информации для обратной связи в линейную структуру (о потребностях в сервисе) нужна структура другого типа – функциональная, зачастую реализуемая в современном формате (технологии) Agile. Этот же тип структур наиболее применим для реализации задачи создания цепочек создания стоимости. Несомненно, на стадии зрелости производственные экосистемы обеспечат объединение линейной и функциональной частей в единую структуру управления (как это уже было исторически), но на современном этапе формирование таких решений приведет к существенным издержкам на организацию взаимодействия, что является нерациональным решением. При этом ряд исследователей стремится уже сейчас выполнить такое решение, например, (Попов, Симонова и Тихонова, 2019), предлагая «промышленный архитектор», «пассивные и активные объекты». Понимая справедливость данного подхода, тем не менее отметим, что для существующей стадии развития промышленных экосистем такой подход существенно опережает потенциал экосистем и при практической реализации приведет к значительным издержкам.

Метрики

Для завершения построения концептуальной модели управления экосистемой (в рамках которой нами выявлена дуальность управления с выделением двух сфер, уточнены особенности обратной связи, показаны опасности наследственного развития, отказ от фокусирования на фирме, установлено место создания цепочек создания стоимости, показана технологическая ориентированность промышленной экосистемы) необходимо уточнить используемые для управления метрики (в терминологии П. Друкера неадекватные метрики не позволяют решить проблему управления) или критерии эффективности.

Говоря о метриках, следует отметить, что в текущих подходах на практике критерии экономической эффективности зачастую заменяются рядом экзотических показателей, например, «достижение отношений рационального симбиоза между компонентами экосистемы» (Чернова, Матвеева и Горелова, 2021), не дающих возможности для сравнения, не обеспечивающих необходимого уровня измеримости и допускающих многочисленные трактовки. Известны и более практические рекомендации, к примеру, «ключевым критерием промышленного симбиоза станет наличие того обстоятельства, что как минимум три различных субъекта будут участвовать в обмене по крайней мере двумя различными ресурсами» (Chertow and Lombardi, 2005), однако их обоснованность носит результат определенных наблюдений, а не подтвержденный научный вывод.

Поэтому, так или иначе, для управления экосистемами нужно формировать набор метрик, который обеспечивает взаимосвязь между цифровыми и экономическими показателями. После определения метрик следует заново переосмыслить алгоритм принятия решений и уровень распределенности решений. При этом проблема метрик характерна не только для промышленных экосистем, но и для, например, ритейла (индикаторы (Георгиевский, 2022)). Тем не менее и в системе ритейла в зоне внимания оказываются схожие тенденции, что и в промышленности: дополняющие сервисы, цифровые партнерства, создание супераппов и т.д.

К настоящему времени сложились два подхода к формированию метрик: использование традиционных показателей (сохранение для бизнеса и инвесторов предыдущих критериев успешности бизнеса, основанных на прибыли или росте стоимости, например (Прохорова, 2022), когда сохраняются классические четыре измерения: управление сотрудниками, управление системами и процессами, управление инвестициями и управление продвижением (маркетингом)) и широкое внедрение цифровых индикаторов (во многом носящих более технический характер и не всегда имеющих интерпретацию экономического содержания, например (Раменская, 2021), когда рекомендуются такие метрики, как «число пользователей виртуальных ассистентов» или «число активных пользователей за месяц»). Следует отметить, что, скажем, для инвестиционного анализа применение цифровых метрик носит дополняющий характер. Тем не менее такие решения, например, как продуктовая аналитика, позволяют оценить перспективы развития и все шире проникают в обыденную практику.

Отдельно следует уточнить, что необходим набор метрик, оценивающий количество и качество сервисов, так как состав сервисов сейчас носит стохастический характер, без единого видения вклада в их эффективность. При этом существенной критике подвергается стоимостной подход в системе оценок, как правило, решения опираются на затратные и количественные показатели (количество участников и затраты на привлечение и поддержание одного участника экосистемы). По нашему мнению, возможно, в последующем (при выходе на окупаемость) в число допустимых метрик вернутся показатели, основанные на прибыли, и уже потом произойдет появление метрик, ориентированных на рост стоимости.

Также следует отметить, что корректный набор метрик позволит государству (или региону) оценивать эффективность государственной поддержки (Leendertse, Schrijvers and Stam, 2021).

Таким образом, с учетом представленных выше факторов (историческое наследие, децентрализация/централизация, дуальность модели управления, обратная связь, сервисы, цикличность, технологии, виртуализация управления, цифровое доверие и цифровая ответственность, архитектура структур управления, метрики) и обоснования необходимости концептуального обновления системы управления может быть сформировано оригинальное

представление о структуре взаимодействий в экосистеме в условиях функционирования единого цифрового пространства (рис. 1).

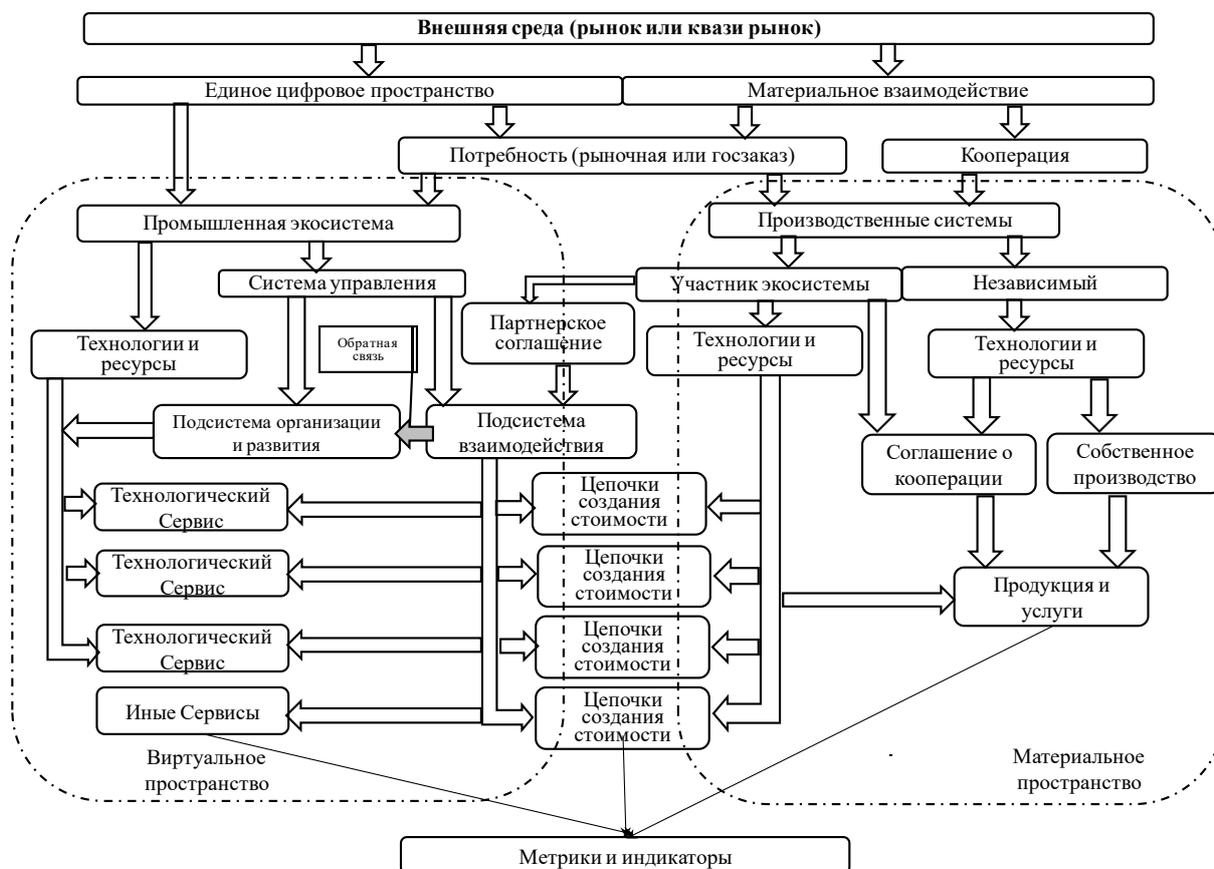


Рис. 1 / Fig. 1. Схема взаимодействия в экосистеме / The scheme of interaction in the ecosystem
 Источник / Source: разработано авторами / developed by the authors.

Выводы

Проведенное исследование показывает, что задача формирования новых концептуальных решений для эффективного управления экосистемами становится все более и более востребованной. Первоначальной посылкой является наличие дуального характера новых процессов, когда единая система формирует две сферы управления, связанные между собой обратной связью (собственно система управления развитием и система управления взаимодействием). Установлено, что для эффективной производственной экосистемы уровень формирования цепочек создания стоимости остается прерогативой участников, что принципиально отличает экосистемный подход от кластерного (для которого характерен проектный офис). Кроме того, кластерный подход четко формирует предмет обмена (в терминологии дизайнов рынков соответствия), тогда как экосистемная модель может остаться исключительно инфраструктурной или сервисной, исключая участие во взаимодействии. Также выделен технологический аспект управления, в основу которого заложено свойство современных технологий разделять управляющую и трансформационную части, представляя возможности управления технологиями в цифровой среде, что обеспечивает более эффективную интеграцию в единое цифровое пространство, формирует и создает защиту технологий от несанкционированного доступа. Показано, что важную роль играет виртуализация управления, и утверждается, что приоритетом становится дополненная, а не виртуальная реальность (в том числе и во взаимодействии с киберфизическими системами, обеспечивающими информационную достоверность управляемых объектов). Утверждается, что виртуализация управления в едином цифровом пространстве не может быть решена без обеспечения цифрового доверия и цифровой ответственности, что требует разработки

специальных решений, так как до настоящего времени сколь-нибудь значимых решений в этой области пока не представлено. Концептуальная модель управления логически завершена возможными подходами к формированию критериев эффективности управления (метрик).

В последующем каждое из предложенных концептуальных решений потребует развития и конкретизации, учета отраслевой специфики, уровня развития сквозных технологий, основываясь на предложенном методологическом единстве решений.

Литература / References

1. Андросик, Ю.Н. (2016), “Бизнес-экосистемы как форма развития кластеров”, *Труды БГТУ. Экономика и управление*, № 7 (189), с. 38-43. [Androsik, Yu.N. (2016), “Business ecosystems as a form of cluster development”, *Proceedings of BSTU. Economics and Management*, no. 7 (189), pp. 38-43].

2. Антонов, В.Г. и Самосудов, М.В. (2018), “Проблемы и перспективы развития цифрового менеджмента”, *E-Management*, том 1, № 2, с. 38-48, DOI: <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2018-2-38-48>. [Antonov, V.G. and Samosudov, M.V. (2018), “Problems and prospects of digital management development”, *E-Management*, vol. 1, no. 2, pp. 38-48, DOI: <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2018-2-38-48>].

3. Володина, Н.Л. (2021), “Преимущества создания цифровой экосистемы”, *Организатор производства*, т. 29, № 4, с. 104-111. [Volodina, N.L. (2021), “Advantages of creating a digital ecosystem”, *Production Organizer*, vol. 29, no. 4, pp. 104-111].

4. Георгиевский, А.Б. (2022), “Экосистемы российского ритейла: основные участники и индикаторы формирования”, *ЭКО*, т. 52, № 4, с. 138-155. [Georgievsky, A.B. (2022), “Ecosystems of Russian retail: the main participants and indicators of formation”, *ECO*, vol. 52, no. 4, pp. 138-155].

5. Глухов, В.В., Бабкин, А.В., Шкарупета, Е.В. и Плотников, В.А. (2021), “Стратегическое управление промышленными экосистемами на основе платформенной концепции”, *Экономика и управление*, т. 27, № 10, с. 751-765. [Glukhov, V.V., Babkin, A.V., Shkarupeta, E.V. and Plotnikov, V.A. (2021), “Strategic management of industrial ecosystems based on the platform concept”, *Economics and Management*, vol. 27, no. 10, pp. 751-765].

6. Головина, А.Н. и Потанин, В.В. (2021), “Развитие теоретических основ формирования экосистем промышленных предприятий”, *Общество: политика, экономика, право*, № 12 (101), с. 52-56. [Golovina, A.N. and Potanin, V.V. (2021), “Development of theoretical foundations for the formation of ecosystems of industrial enterprises”, *Society: Politics, Economics, Law*, no. 12 (101), pp. 52-56].

7. Давиденко, Л.М., Беспалый, С.В. и Бекниязова, Д.С. (2020), “Ресурсная парадигма построения промышленной экосистемы цифрового формата”, *Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права*, № 1, с. 58-68. [Davidenko, L.M., Bepaly, S.V. and Bekniyazova, D.S. (2020), “The resource paradigm of building an industrial ecosystem of digital format”, *Bulletin of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law*, no. 1, pp. 58-68].

8. Калязина, Е.Г. (2021), “Цифровой менеджмент в управлении проектами”, *Креативная экономика*, т. 15, № 12, с. 4747-4766. [Kalyazina, E.G. (2021), “Digital management in project management”, *Creative Economy*, vol. 15, no. 12, pp. 4747-4766].

9. Клейнер, Г.Б. (2018), “Промышленные экосистемы: взгляд в будущее”, *Экономическое возрождение России*, № 2 (56), с. 53-62. [Kleiner, G.B. (2018), “Industrial Ecosystems: a Look into the future”, *Economic Revival of Russia*, no. 2 (56), pp. 53-62].

10. Клейнер, Г.Б. (2019), “Экономика экосистем: шаг в будущее”, *Экономическое возрождение России*, № 1 (59), с. 40-45. [Kleiner, G.B. (2019), “Ecosystem Economics: Step into the Future”, *Economic Revival of Russia*, no. 1 (59), pp. 40-45].

11. Ковальчук, Ю.А., Степнов, И.М. и Бикаленко, М.С. (2022), “Экосистемный подход к управлению взаимодействием экономических агентов в промышленности”, *Управленческие науки*, т. 12, № 3, с. 6-23. [Kovalchuk, J.A., Stepnov, I.M. and Bikalenko, M.S. (2022), “Ecosystem approach to managing the interaction of economic agents in industry”, *Management Sciences*, vol. 12, no. 3, pp. 6-23].

12. Маркова, В.Д. и Кузнецова, С.А. (2020), “Развитие менеджмента в цифровой экономике: аналитический обзор исследований”, *Мир экономики и управления*, т. 20, № 3, с. 166-183. [Markova, V.D. and Kuznetsova, S.A. (2020), “Management development in the digital economy: an analytical review of research”, *World of Economics and Management*, vol. 20, no. 3, pp. 166-183].

13. Миронова, Д.Ю. и др. (2022), “Концепция промышленного симбиоза: опыт применения в различных странах и перспективы реализации в России на примере Псковской области”, *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент*, № 2, с. 129-141. [Mironova, D.Yu. et al. (2022), “The concept of industrial symbiosis: experience of application in various countries and prospects for implementation in Russia on the example of the Pskov region”, *Scientific Journal of the ITMO Research Institute. Series: Economics and Environmental Management*, no. 2, pp. 129-141].

14. Нян, Нгуен Тхи (2022), “Биоэкономическая интегрированная многопрофильная промышленная экосистема”, *Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета*, № 1 (133), с. 136-142. [Nyan, Nguyen Thi (2022), “Bioeconomical integrated multidisciplinary industrial ecosystem”, *Proceedings of St. Petersburg State University of Economics*, no. 1 (133), pp. 136-142].

15. Плахин, А.Е., Кочергина, Т.В. и Селезнева, М.В. (2022), “Направленное распределение асимметрии дохода как метод управления промышленной экосистемой”, *Научные труды Вольного экономического общества России*, т. 234, № 2, с. 154-176. [Plakhin, A.E., Kochergina, T.V. and Selezneva, M.V. (2022), “Directed distribution of income asymmetry as a method of industrial ecosystem management”, *Scientific Papers of the Free Economic Society of Russia*, vol. 234, no. 2, pp. 154-176].

16. Плахин, А.Е. и Корчагин, Р.Л. (2021), “Тиражирование лучшего опыта построения экосистем развития технологического предпринимательства”, *Сборник материалов международной научно-практической конференции: Вызовы современности и стратегии развития общества в условиях новой реальности, г. Москва, 20 августа 2021 года*, ООО «ИРОК», Махачкала, с. 232-238. [Plakhin, A.E. and Korchagin, R.L. (2021), “Replication of the best experience in building ecosystems for the development of technological entrepreneurship”, *Collection of materials of the international scientific and practical conference: Challenges of modernity and strategies for the development of society in a new reality, Moscow, August 20, 2021*, LLC «ИРОК», Makhachkala, pp. 232-238].

17. Плахин, А.Е., Ткаченко, И.Н. и Евсева, М.В. (2020), “Архитектура инновационной экосистемы промышленности региона”, *Вестник НГИЭИ*, № 8 (111), с. 51-59. [Plakhin, A.E., Tkachenko, I.N. and Evseeva, M.V. (2020), “Architecture of the innovative ecosystem of the region’s industry”, *Bulletin of the NGIEI*, no. 8 (111), pp. 51-59].

18. Попов, Е.В., Симонова, В.Л. и Тихонова, А.Д. (2019), “Структура промышленных «экосистем» в цифровой экономике”, *Менеджмент в России и за рубежом*, № 4, с. 3-11. [Popov, E.V., Simonova, V.L. and Tikhonova, A.D. (2019), “The structure of industrial ecosystems in the digital economy”, *Management in Russia and abroad*, no. 4, pp. 3-11].

19. Прохорова, Т.В. (2022), “Метрики цифровой трансформации бизнеса”, *Бизнес. Образование. Экономика: Сборник статей Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 7-8 апр. 2022*, редкол. В.В. Манкевич и др., Институт бизнеса БГУ, Минск, с. 89-92. [Prokhorova, T.V. (2022), “Metrics of digital business transformation”, *Business. Education. Economics: Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference, Minsk, 7-8 Apr. 2022*, Editorial Board V.V. Mankevich et al., BSU Institute of Business, Minsk, pp. 89-92].

20. Раменская, Л.А. (2021), “К вопросу об определении показателей развития экосистем бизнеса на основе цифровых платформ”, *Управленческий учет*, № 11-1, с. 92-99. [Ramenskaya, L.A. (2021), “On the issue of determining indicators for the development of business ecosystems based on digital platforms”, *Management Accounting*, no. 11-1, pp. 92-99].

21. Салогуб, А.М. (2022), “Креативность и кризис – новые ресурсы коммерческой организации в условиях цифровой трансформации”, *Власть и управление на Востоке России*, № 2 (99), с. 126-137. [Salogub, A.M. (2022), “Creativity and crisis – new resources of a commercial

organization in the context of digital transformation”, *Power and Management in the East of Russia*, no. 2 (99), pp. 126-137].

22. Сиротина, Л.К. (2022), “Принципы разработки организационно-производственной модели промышленной экосистемы”, *Компетентность*, № 3, с. 40-45. [Sirotnina, L.K. (2022), “Principles of developing an organizational and production model of an industrial ecosystem”, *Competence*, no. 3, pp. 40-45].

23. Степнов, И.М. (2020), “Взаимодействие экономических агентов: аспекты централизации и децентрализации в цифровой экономике”, *Материалы международной научно-практической конференции: Цифровая экономика: создание информационного общества, формирование и усиление роли России на мировой арене, Москва, 24-25 сентября 2020*, под ред. В.А. Цветкова, К.Х. Зойдова, М., с. 112-115. [Stepnov, I.M. (2020), “Interaction of economic agents: Aspects of centralization and decentralization in the digital economy”, *Materials of the International scientific and practical conference: Digital Economy: The Creation of an Information Society, the formation and strengthening of Russia's role on the world stage, Moscow, September 24-25, 2020*, V.A. Tsvetkov, K.Kh. Zoidov (eds.), Moscow, pp. 112-115].

24. Степнов, И.М. и Ковальчук, Ю.А. (2021), “Визуализация виртуальных инноваций в экономике цифровых активов”, *Друкеровский вестник*, № 5 (43), с. 5-10. [Stepnov, I.M. and Kovalchuk, Yu.A. (2021), “Visualization of virtual innovations in the economy of digital assets”, *Drucker Bulletin*, no. 5 (43), pp. 5-10].

25. Степнов, И.М., Ковальчук, Ю.А. и Горчакова, Е.А. (2019), “Об оценке эффективности внутрикластерного взаимодействия промышленных предприятий”, *Проблемы прогнозирования*, № 3 (174), с. 149-158. [Stepnov, I.M., Kovalchuk, J.A. and Gorchakova, E.A. (2019), “On evaluating the effectiveness of intra-cluster interaction of industrial enterprises”, *Problems of forecasting*, no. 3 (174), pp. 149-158].

26. Титова, Н.Ю. и Зиглина, В.Е. (2021), “Различия и сходства понятий «промышленные кластеры» и «промышленные экосистемы»”, *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика*, № 3, с. 7-16. [Titova, N.Yu. and Ziglina, V.E. (2021), “Differences and similarities of the concepts of «industrial clusters» and «industrial ecosystems»”, *Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Economics*, no. 3, pp. 7-16].

27. Толстых, Т.О. и Надаенко, А.Ю. (2020), “Подходы и принципы формирования промышленных экосистем”, *Наука сегодня: вызовы и решения: Материалы международной научно-практической конференции, Вологда, 29 января 2020*, ООО «Маркер», Вологда, с. 86-87. [Tolstykh, T.O. and Nadaenko, A.Yu. (2020), “Approaches and principles of formation of industrial ecosystems”, *Science Today: Challenges and Solutions: Materials of the International Scientific and Practical Conference, Vologda, January 29, 2020*, Marker LLC, Vologda, pp. 86-87].

28. Толстых, Т.О., Шмелева, Н.В. и Клюка, Ф.О. (2022), “Стратегии формирования промышленных экосистем для предприятий минерально-сырьевого комплекса”, *Теория и практика стратегирования: Сборник избранных научных статей и материалов IV Международной научно-практической конференции, Москва 20 февраля 2021 года*, под научной редакцией В.Л. Квинта, МИСиС, М., т. II, с. 53-59. [Tolstykh, T.O., Shmeleva, N.V. and Klyuka, F.O. (2022), “Strategies for the formation of industrial ecosystems for enterprises of the mineral resource complex”, *Theory and Practice of Strategizing: Collection of selected scientific articles and materials of the IV International Scientific and Practical Conference, Moscow, February 20, 2021*, under the scientific editorship of V.L. Quint, MISIS, Moscow, vol. II, pp. 53-59].

29. Третьякова, Е.А. и Фрейман, Е.Н. (2022), “Экосистемный подход в современных экономических исследованиях”, *Вопросы управления*, № 1 (74), с. 6-20. [Tretyakova, E.A. and Freiman, E.N. (2022), “Ecosystem approach in modern economic research”, *Management Issues*, no. 1 (74), pp. 6-20].

30. Чернова, О.А., Матвеева, Л.Г. и Горелова, Г.В. (2021), “Экосистемный подход к управлению процессами инновационного развития промышленности”, *Journal of New Economy*, т. 22, № 2, с. 44-65. [Chernova, O.A., Matveeva, L.G. and Gorelova, G.V. (2021), “Ecosystem approach to the management of innovative industrial development processes”, *Journal of New Economy*, vol. 22, no. 2, pp. 44-65].

31. Chertow, M. and Lombardi, R. (2005), “Quantifying Economic and Environmental Benefits of Co-Located Firms”, *Environmental Science & Technology*, vol. 39, no. 17, pp. 6535-6541.
32. De Propris, L. and Bailey, D. (2020), *Industry 4.0 and regional transformations*, Routledge, DOI: <https://doi.org/10.4324/9780429057984>, p. 276.
33. Herden, C.J., Alliu, E., Cakici, A. et al. (2021), “Corporate Digital Responsibility”, *Sustainability Management Forum/Nachhaltigkeits Management Forum*, vol. 29, pp. 13-29.
34. Holgersson, M. et al. (2022), “The Forces of Ecosystem Evolution”, *California Management Review*, vol. 64, issue 3, pp. 5-23.
35. Jacobides, M., Cennamo, C. and Gawer, A. (2018), “Towards a Theory of Ecosystems”, *Strategic Management Journal*, vol. 39, no. 8, pp. 2255-2276.
36. Korhonen, J. (2001), “Four ecosystem principles for an industrial ecosystem”, *Journal of Cleaner Production*, vol. 9, issue 3, pp. 253-259.
37. Leendertse, J., Schrijvers, M. and Stam, E. (2021), “Measure Twice, Cut Once: Entrepreneurial Ecosystem Metrics”, *Research Policy*, article no. 10433.
38. Sjödin, D., Parida, V. and Visnjic, I. (2022), “How Can Large Manufacturers Digitalize Their Business Models? A Framework for Orchestrating Industrial Ecosystems”, *California Management Review*, vol. 64, no. 3, pp. 49-77.
39. West, S., Gaiardelli, P. and Saccani, N. (2022), *Modern Industrial Services: A Cookbook for Design, Delivery, and Management*, Springer Nature, p. 202.

Об авторах

Ковальчук Юлия Александровна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры «Менеджмент и маркетинг высокотехнологичных отраслей промышленности» Московского авиационного института, Москва; ведущий научный сотрудник Института промышленной политики и институционального развития Департамента корпоративных финансов и корпоративного управления Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

Степнов Игорь Михайлович, доктор экономических наук, профессор, профессор департамента корпоративных финансов и корпоративного управления Финансового университета при Правительстве РФ, Москва.

About authors

Julia A. Kovalchuk, Doctor of Sci. (Econ.), Professor, Professor at «Management and marketing of high-tech industries» Department at Moscow Aviation Institute, Moscow; Leading Researcher at the Institute of Industrial Policy and Institutional Development in the Department of Corporate Finance and Corporate Governance, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Igor M. Stepnov, Doctor of Sci. (Econ.), Professor, Professor at the Department of Corporate Finance and Corporate Governance at the Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow.