

DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2024.2.13>UDC 334  
LBC 65.05Submitted: 01.03.2024  
Accepted: 15.04.2024

## ASSESSMENT OF DEVELOPMENT LEVEL OF DIGITAL INDUSTRIAL ECOSYSTEMS IN ROSTOV REGION

**Roman D. Serdyukov**

Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation

**Anastasia Yu. Nikitaeva**

Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation

**Abstract.** Currently, digital industrial ecosystems are a form of economic organization capable of solving many key objectives for the development of economic entities in the context of Industry 4.0. However, building such ecosystems and their successful functioning requires information and analytical support for assessment of the current level of their development in specific regional economies for subsequent identification of strategies and priorities of transformation and capacity growth. The study suggests using subjective assessments obtained as a result of a survey of business entities to assess the level of development of digital industrial ecosystems in the Rostov region. Five key ecosystem areas were identified for assessment: strategy, infrastructure, technology, human resources, external relations, and interaction with the environment. As a result of a survey of representatives of 100 enterprises in the region, it was determined that, despite the predominance of enterprises with a digital ecosystem strategy in one form or another, the proportion of enterprises that do not have a digital ecosystem development strategy is quite high. About 70% of the surveyed enterprises in the Rostov region act as the central elements of their own digital ecosystems or are their participants. In general, the empirical analysis showed that, despite the potential positive effects of the formation of digital industrial ecosystems in the Rostov region, the average level of their development is determined by difficulties with both essential components, “digital” and “partner” ones. And if, in the first case, we are often talking about financial and resource constraints, then in the second, we are talking about underestimating the potential of partnerships in the new economic reality.

**Key words:** digital industrial ecosystems, Industry 4.0, Rostov region, industrial development, business model, digital transformation of industry, partnerships.

**Citation.** Serdyukov R.D., Nikitaeva A. Yu., 2024. Assessment of Development Level of Digital Industrial Ecosystems in Rostov Region. *Regionalnaya ekonomika. Yug Rossii* [Regional Economy. South of Russia], vol. 12, no. 2, pp. 151-164. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2024.2.13>

УДК 334  
ББК 65.05Дата поступления статьи: 01.03.2024  
Дата принятия статьи: 15.04.2024

## ОЦЕНКА УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Роман Дмитриевич Сердюков**

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

**Анастасия Юрьевна Никитаева**

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

**Аннотация.** В настоящее время цифровые промышленные экосистемы являются формой организации экономики, способной решить многие ключевые задачи развития хозяйствующих субъектов в условиях Индустрии 4.0.

© Сердюков Р.Д., Никитаева А.Ю., 2024

Однако построение таких экосистем и обеспечение их успешного функционирования требует информационно-аналитического сопровождения оценки текущего уровня их развития в конкретных региональных экономиках для последующего определения стратегий и приоритетов трансформации и наращивания потенциала. В исследовании предложено использовать субъективные оценки, получаемые в результате анкетирования хозяйствующих субъектов, для оценки уровня развития цифровых промышленных экосистем в Ростовской области. Было выявлено пять ключевых экосистемных направлений, по которым должна осуществляться оценка: стратегия, инфраструктура, технологии, кадры, внешние связи и взаимодействие с окружением. В результате анкетирования представителей 100 предприятий региона определено, что, несмотря на преобладание предприятий с наличием стратегии цифровой экосистемы в той или иной форме, доля предприятий, у которых отсутствует стратегия развития цифровой экосистемы, достаточно высока. Порядка 70 % опрошенных предприятий Ростовской области выступают в качестве центральных элементов собственных цифровых экосистем, либо являются их участниками. В целом проведенный эмпирический анализ показал, что, несмотря на потенциальные положительные эффекты от формирования цифровых промышленных экосистем в Ростовской области, средний уровень их развития определяется сложностями с обеими существенными составляющими – «цифровой» и «партнерской». И если в первом случае речь часто идет о финансовых и ресурсных ограничениях, то во втором – о недооценке потенциала партнерских взаимодействий в новой экономической реальности.

**Ключевые слова:** цифровые промышленные экосистемы, Индустрия 4.0, Ростовская область, развитие промышленности, бизнес-модель, цифровая трансформация промышленности, партнерство.

**Цитирование.** Сердюков Р. Д., Никитаева А. Ю., 2024. Оценка уровня развития цифровых промышленных экосистем в Ростовской области // Региональная экономика. Юг России. Т. 12, № 2. С. 151–164. DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2024.2.13>

## Постановка проблемы

В современной экономике целый ряд ключевых трендов приводит к все более возрастающей важности эффективного развития цифровых экосистем хозяйствующих субъектов в промышленной сфере. Во-первых, увеличивающийся уровень динамизма и неопределенности среды, трансформация архитектуры промышленности, цепочек создания ценности и отношений хозяйствующих субъектов в условиях Четвертой промышленной революции определяют необходимость переосмысления бизнес-моделей [Михалкина и др., 2022; Долгова, Никитаева, 2021; Теесе, 2018] и интеграции ресурсов для поиска новых источников конкурентоспособности промышленных предприятий. Во-вторых, цифровая экономика сама по себе открывает новые возможности для цифровой трансформации предприятий [Hanelt et al., 2021], для выстраивания совместной деятельности организаций на базе технологических платформ [Клейнер, 2020]; предприятия, основанные на платформах, все больше формируют бизнес-среду среди промышленных организаций [Trabucchi, Buganza, 2021; Suuronen et al., 2024].

Эксперты считают, что к 2030 г. интегрированная сетевая (и, соответственно, экосистемная, взаимосвязанная в части субъектов, процессов и услуг) экономика составит около 25 % от общего объема экономики, тогда как по состоянию на 2021 г. этот уровень оценивался в 1–2 % [Joshi,

Khan, Rab, 2021], уже сейчас большое количество компаний всех размеров и отраслей начали разрабатывать межсекторальные экосистемные предложения и решения [Joshi, Khan, Rab, 2021; Kleiner, Kobylko, 2022; Priyono, Hidayat, 2024]. В-третьих, промышленные экосистемы как формы организации экономики промышленности позволяют повысить связность социально-экономического пространства, сконцентрировать потенциал для инноваций и развития высокотехнологичной промышленности.

Как отмечает Г.Б. Клейнер, для обеспечения успешного роста и развития российской экономики «необходимо кардинальное повышение уровня связности экономики, включая ее функциональную и институциональную составляющие в пространстве и во времени. Должен быть достигнут баланс между силами конкуренции и потенциалом кооперации...» [Клейнер, 2021: 345]. Представляется целесообразным использование цифровых экосистем промышленных организаций для решения данной задачи. В этом случае заинтересованными сторонами выступают не только сами участники экосистем, но и органы власти, в предметы ведения которых входит экономическое развитие.

Тем не менее указанные экосистемные формы являются достаточно новыми для российской экономики, особенно в ее региональном измерении. Например, только отдельные предприятия на Юге России обладают достаточной полнотой признаков для отнесения к цифровым эко-

системам [Никитаева, Сердюков, Федосова, 2021]. Такая ситуация характерна не только для России. По результатам исследования McKinsey, только 50 % компаний в 2020 г. сообщали хотя бы об ограниченном успехе на ранних этапах своей экосистемной деятельности; всего около 10 % экосистем приносили значительный доход своим участникам [Chung et al., 2020].

Для формирования успешной экосистемы требуется выработка специальной стратегии и механизмов «создания» или «перехода» (в зависимости от того, рассматривается ли создание цифровой экосистемы «с нуля» или предполагается трансформация существующей организации). В любом случае требуется первоначально оценить уровень текущего состояния, «статуса» экосистем хозяйствующих субъектов и готовности последних к применению экосистемной модели в своей деятельности.

Важно определить факторы, оказывающие стимулирующее или лимитирующее влияние на экосистемные трансформации хозяйствующих субъектов в промышленности. И хотя существуют разные типы стратегий и моделей создания [Pidun, Reeves, Zoletnik, 2022; Eight Steps to Build ... , 2023; Kornyshova, Boutal, Benramdane, 2023] и оркестрации цифровых экосистем в современной индустрии [Shen et al., 2024], отличающиеся и логикой, и последовательностью действий, оценка, по мнению авторов, является неотъемлемым компонентом, предваряющим стратегическое планирование и разработку бизнес-моделей. Оценка важна и для формулировки предложений для партнеров, и для создания экосистемной инновационной культуры, и, что не менее важно, для выработки решений не только на уровне организаций, но и на уровне региональных органов власти для создания благоприятной среды для взаимодействия промышленных структур на основе баланса кооперации и конкуренции.

В научной литературе присутствуют различные подходы и методы, с помощью которых специалисты предлагают оценивать готовность предприятий к цифровой трансформации и уровень развития экосистем.

Ряд исследователей предлагает методические решения для оценки готовности предприятий к цифровой трансформации [Вайсман, Коротковских, 2021] и определения уровня их цифровой зрелости [Кузьмин, 2021]. Значительная часть работ посвящена оценке влияния цифровых экосистем на результаты деятельности компаний [Li,

Zhang, Cao, 2023; Lee, Roh, 2023; Fernandez-Portillo et al., 2024]. В некоторых исследованиях изучается уровень зрелости цифровых экосистем [Ehrensperger, Sauerwein, Breu, 2023], предлагается также подход к моделированию и анализу цифровых бизнес-экосистем, основанный на использовании стандартов ArchiMate, метода анализа иерархий и линейного программирования [Aldea et al., 2018].

В то же время существует явный недостаток исследований, позволяющих оценить развитие цифровых промышленных экосистем с учетом, во-первых, не столько количественных показателей, сколько субъективных оценок хозяйствующих субъектов и лиц, принимающих решения. Это связано с большой субъективной составляющей в формировании цифровых экосистем промышленных предприятий. Не все организации по результатам исследований готовы переходить к экосистемам как основе своей деятельности, так как это предполагает изменение всей логики функционирования и смещение фокуса с внутренней среды организации на внешнюю, экосистемную [Rantala et al., 2023]. Во-вторых, важно учитывать саму сущность социально-экономических экосистем, которая предполагает важную связь и взаимовлияние со «средой обитания», что обуславливает обязательность учета регионального контекста и изучения уровня развития цифровых экосистем промышленных предприятий в конкретных региональных экономиках. На решение соответствующих исследовательских задач направлена данная работа.

#### **Методология исследования уровня развития цифровых экосистем хозяйствующих субъектов в промышленности**

На основе изучения и анализа существующих в современной научной литературе подходов и моделей оценки цифровых экосистем промышленных предприятий авторами были выявлены пять ключевых экосистемных направлений, по которым должна осуществляться оценка: стратегия, инфраструктура, технологии, кадры, внешние связи и взаимодействие с окружением. В качестве метода эмпирического исследования было выбрано анкетирование, позволяющее провести качественную оценку уровня развития цифровой экосистемы промышленного предприятия.

Разработанная методология оценки развития цифровой экосистемы промышленного предприятия включает в себя два основных этапа.

На первом этапе осуществляется разработка анкеты и проведение анкетирования. Реализация данного этапа должна соответствовать ряду требований:

1. Анкетные вопросы разрабатываются на основе контент-анализа научной литературы по тематике исследования, содержащейся в наиболее релевантных научных базах, таких как ScienceDirect, Scopus и Web of Science.

2. Анкета должна состоять из двух частей: вводной и опросной. Наличие вводной части объясняется необходимостью формирования у респондента представления о цифровой экосистеме промышленного предприятия.

3. Опросная часть должна состоять из вопросов как закрытого, так и открытого типа по каждому из пяти направлений развития цифровой экосистемы предприятия. Часть вопросов являются оценочными, полученные по ним показатели лежат в основе формирования интегральной характеристики индустриальной экосистемы. Вторая часть вопросов носит обобщающий и конкретизирующий характер, их наличие необходимо для повышения информативности и качества проводимого исследования, выявления взаимосвязей и тенденций в развитии цифровых экосистем.

4. Составленная анкета должна быть верифицирована группой экспертов на соответствие вопросов концептуальной структуре проводимого исследования. Экспертная группа формируется из субъектов из профильных секторов, которые имеют отношение к цифровым экосистемам промышленных предприятий и обладают высоким уровнем компетентности.

5. Целевая аудитория и состав экспертной группы, на которую направлено анкетирование – высшее руководство и владельцы бизнеса, топ-менеджмент и менеджмент среднего звена с

развитыми профильными компетенциями, представляющие промышленные предприятия и организации, имеющие отношение к цифровым экосистемам и являющиеся их потенциальными участниками – IT-компании, организации из сферы торговли, телекоммуникационных услуг и связи, строительства.

На втором этапе происходит обработка результатов анкетирования и их анализ, дается качественная оценка уровня развития экосистемы промышленного предприятия по пяти экосистемным направлениям.

Оценочные вопросы оцениваются по 5-балльной порядковой шкале, применение которой обуславливается рядом ее положительных характеристик, главные из которых – гибкость и низкий уровень нестабильности.

Для определения текущего уровня развития каждого из экосистемных направлений используется метод расчета среднего арифметического значения. Проведенное исследование позволило сформировать три уровня развития экосистемных направлений развития цифровой экосистемы промышленного предприятия: начальный (от 1 до 2), средний (от 2 до 4) и высокий (от 4 до 5) уровни развития.

В рамках проводимого исследования была выдвинута гипотеза о том, что сформированные пять направлений развития цифровых экосистем промышленных предприятий находятся в тесной взаимосвязи и взаимозависимости, следовательно, от уровня развития одного из них зависит успешность и уровень развития другого (табл. 1).

### Субъективные оценки уровня развития цифровых индустриальных экосистем в Ростовской области

Авторами исследования был составлен список вопросов и проведено анкетирование целевой группы респондентов. Составленная анкета

Таблица 1

#### Конкретизация гипотезы о силе связи между экосистемными уровнями развития цифровых экосистем промышленных предприятий

	Стратегия	Внешние связи	Инфраструктура	Технологии	Кадры
Стратегия					
Внешние связи	Сильная				
Инфраструктура	Сильная	Сильная			
Технологии	Сильная	Слабая	Сильная		
Кадры	Сильная	Сильная	Средняя	Средняя	

Примечание. Составлено авторами по результатам проводимого исследования.

включила в себя 35 вопросов, основная часть которых распределена по пяти соответствующим им направлениям развития цифровых экосистем. Все вопросы были успешно верифицированы экспертной группой, пройдя проверку на соответствие концептуальной структуре исследования. После этого было проведено анкетирование ста действующих и потенциальных участников индустриальных экосистем Ростовской области на протяжении 2023 года. Далее была осуществлена работа по обработке и анализу полученных откликов респондентов.

Исследование показало, что более половины всех опрошенных предприятий относятся к отраслям обрабатывающего производства (35 %) и сфере услуг (21 %) (рис. 1). При этом их руководство в недостаточной степени осведомлено о цифровых экосистемах. 36 % опрошенных не сталкивались с информацией о цифровых экосистемах, тогда как только 18 % в полной мере обладают информацией о цифровых экосистемах и реализации данной формы организации деятельности на промышленном предприятии.

Среди респондентов лишь 13 % выстроили свою цифровую экосистему, являясь ее центральным элементом, в то время как 42 % находятся в процессе построения своей экосистемы и 14 % опрошенных являются активными участниками других цифровых экосистем и не испытывают необходимости в построении собственной. Пятая часть (20 %) опрошенных ощущает целесообразность выстраивания цифровой экосистемы, не обладая при этом необходимыми ресурсами и компетенциями для ее построения. Таким образом, можно сделать вывод о том, что порядка 70 % опрошенных предприятий Ростовской об-

ласти выступают в качестве центральных элементов собственных цифровых экосистем либо являются их участниками.

Стратегия развития цифровой экосистемы отсутствует у 34 % опрошенных; у 15 % стратегия развития цифровой экосистемы утверждена и находится на одном из этапов реализации. На стадии разработки стратегия у 20 % опрошенных, тогда как у 12 % стратегия развития цифровой экосистемы утверждена, но еще не реализована (см. рис. 2). В целом, несмотря на преобладание предприятий с наличием стратегии цифровой экосистемы в той или иной форме, доля предприятий, у которых отсутствует стратегия развития цифровой экосистемы, достаточно высока. Это говорит о необходимости проработки механизмов и инструментов, стимулирующих разработку стратегий развития цифровой экосистемы промышленных предприятий.

Было выявлено, что у промышленных предприятий нет свободных ресурсов для инвестирования в развитие цифровой экосистемы. Лишь у 17 % опрошенных есть необходимые доступные ресурсы, в то время как 20 % могут выделить ресурсы в случае возникновения крайней необходимости. При этом 63 % опрошенных не располагают доступными свободными ресурсами для инвестирования.

В отношении новых цифровых технологий 88 % опрошенных ориентированы на их внедрение и только 12 % не испытывает в них потребность. При этом уровень их применения варьируется: у 24 % опрошенных успешно внедрен и применяется в различных направлениях деятельности широкий спектр новых цифровых технологий, у 12 % новые цифровые технологии приме-



Рис. 1. Отраслевое распределение участников и потенциальных участников индустриальной цифровой экосистемы

*Примечание.* Составлено авторами по результатам проведенного исследования.



Рис. 2. Оценка текущего состояния стратегии развития цифровой экосистемы

*Примечание.* Составлено авторами по результатам проведенного исследования.

няются в рамках одного из направлений деятельности, у 19 % опрошенных отмечается наличие запущенных процессов внедрения и использования новых цифровых технологий, у 33 % отмечается потребность во внедрении новых цифровых технологий, однако этому препятствует отсутствие необходимых ресурсов и компетенций, а также подготовленной инфраструктуры.

Около 67 % опрошенных промышленных предприятий взаимодействуют с партнерами при производстве продукции на разных уровнях, тогда как 33 % опрошенных производят продукцию самостоятельно (рис. 3).

Большинство из опрошенных промышленных предприятий (46 %) с целью восполнения нехват-

ки компетенций, а также для реализации намеченных стратегических целей и/или производства новых продуктов / услуг испытывают необходимость в поиске и привлечении новых партнеров.

В отношении характера взаимодействия с клиентами среди опрошенных промышленных предприятий выделяется две группы. Первая группа (36 % опрошенных) привлекает клиентов на всех этапах разработки продукта и продолжает с ними взаимодействовать после его продажи. Вторая группа (64 % опрошенных) придерживается взаимодействия с клиентами в рамках стандартных формальных отношений и сделок.

В результате опроса об уровне цифровизации деятельности промышленных предприятий



Рис. 3. Распределение предприятий по уровню вовлеченности в совместное производство продукции

*Примечание.* Составлено авторами по результатам проведенного исследования.

выявлено, что у 18 % промышленных предприятий цифровые технологии не используются в большей части процессов, еще у 30 % цифровые технологии применяются в рамках отдельных направлений. Среди опрошенных у 21 % цифровизированы ключевые операционные процессы и лишь у 27 % цифровизированы основные и поддерживающие бизнес-процессы. Среди опрошенных промышленных предприятий всего 5 %, у которых цифровизированы все бизнес-процессы (рис. 4).

Таким образом, можно сделать вывод о наличии положительной тенденции использования цифровых технологий для оцифровки бизнес-процессов. Одним из проявлений успешной цифровизации деятельности является присутствие на промышленном предприятии автоматизированных / автономных производственных процессов, реагирующих в режиме реального времени на изменения производственных условий. Было выявлено, что промышленные предприятия обладают низким уровнем автоматизации / автономности производственных процессов. Лишь у 13 % опрошенных отмечается наличие в масштабах всего предприятия, реагирующих в режиме реального времени на изменения производственных условий, автоматизированных / автономных производственных процессов, тогда как более чем у половины предприятий (54 %) наблюдается их отсутствие.

Среди опрошенных лишь 35 % предприятий не испытывают потребность в дополнительных информационных технологиях. Около 55 % опрошенных промышленных предприятий анализируют данные, собранные в процессе производства и использования продукта. Направле-

ния применения собранных данных приведены на рисунке 5.

Распространенными цифровыми технологиями, используемыми опрошенными промышленными предприятиями, являются: облачные технологии и сервисы (46 %), сенсорные технологии / датчики (28 %), а также большие данные (23 %). Меньшим уровнем использования отмечаются такие технологии, как промышленный Интернет вещей (19 %), технологии радиочастотной идентификации (RFID) (14 %), системы определения местоположения в реальном времени (14 %) и технологии межмашинного взаимодействия (12 %) (см. рис. 6).

Для успешного развития цифровых экосистем в направлении использования технологий необходимо повышать уровень использования отстающих групп. В отношении информационных систем, применяемых среди опрошенных промышленных предприятий, отмечается преобладание систем электронного документооборота (75 %) и систем планирования ресурсов предприятия (ERP-систем) – 24 %.

В части развития цифровой корпоративной культуры популярными мерами являются поощрение креативности и новаторства сотрудников, их профессионального роста (25 %), формирования у них понимания, зачем предприятию нужна цифровая трансформация (25 %), а также привлечение сотрудников к анализу существующих процессов компании, их переосмыслению и поиску путей их улучшения (25 %). Наряду с этим отмечается высокий процент промышленных предприятий, не занимающихся развитием цифровой корпоративной культуры, – 33 %.



Рис. 4. Распределение предприятий по уровню цифровизации деятельности

Примечание. Составлено авторами по результатам проведенного исследования.

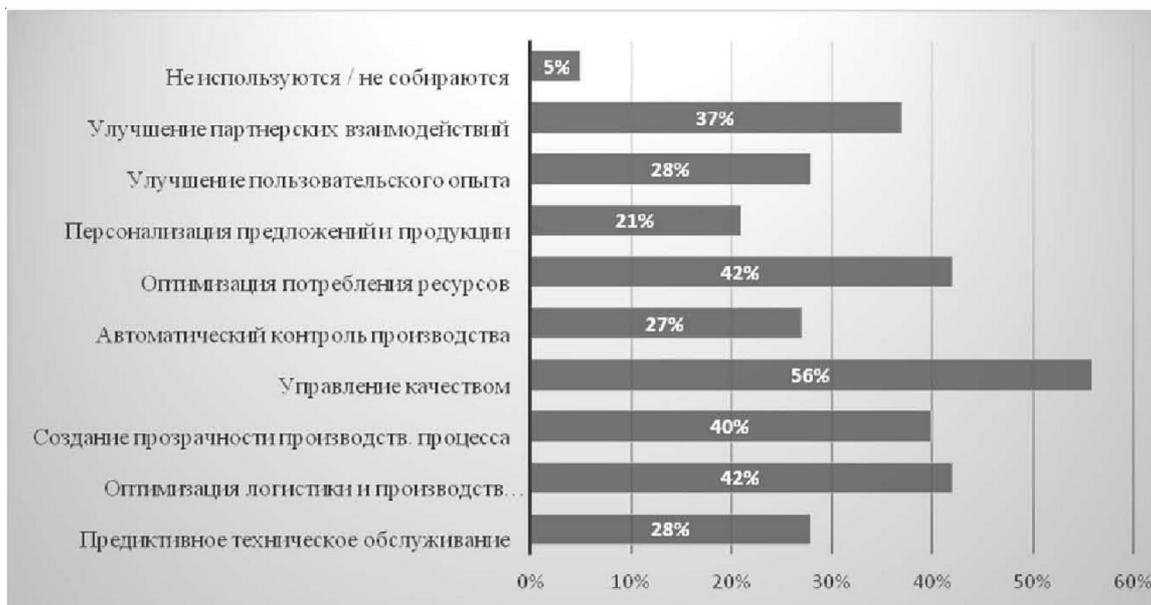


Рис. 5. Результаты опроса о направлениях использования предприятиями, собранных в процессе производства и использования продукта данных

*Примечание.* Составлено авторами по результатам проведенного исследования.

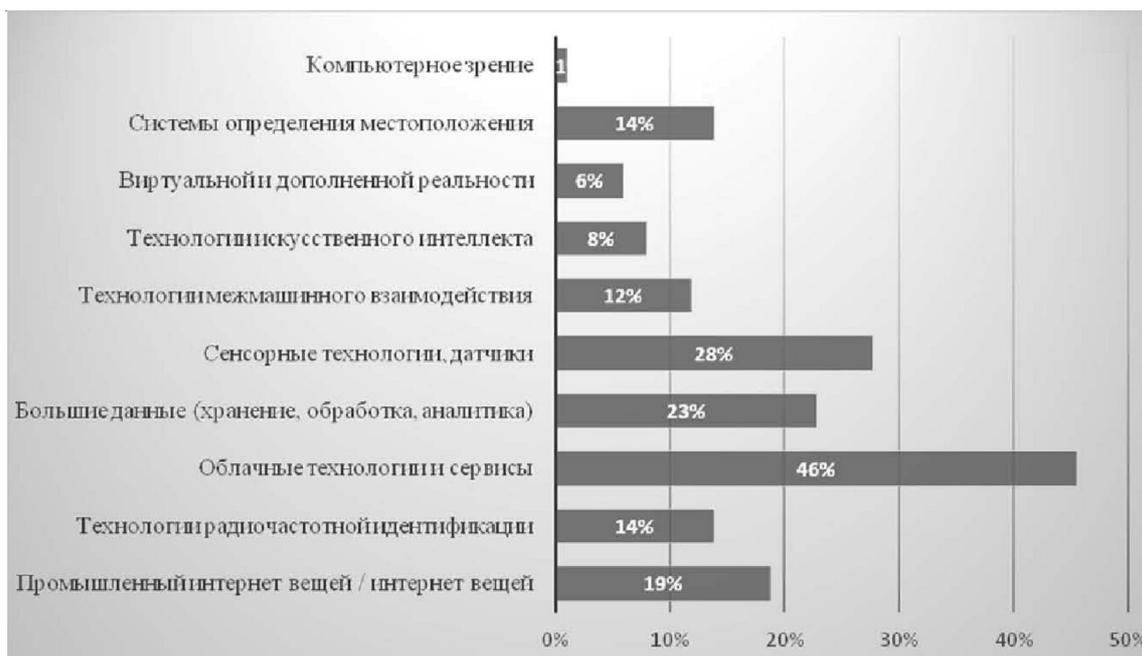


Рис. 6. Уровень использования цифровых технологий среди участвующих в опросе предприятий

*Примечание.* Составлено авторами по результатам проведенного исследования.

Для успешной реализации процессов цифровой трансформации и применения новых цифровых технологий требуются соответствующие профильные специалисты. В этом отношении наблюдается, что лишь у 29 % предприятий есть специалисты или отдел по цифровой трансформации, тогда как у 58 % его нет, а у 13 % и вовсе отсутствует в необходимость. Аналогичным образом только у 40 % опрошенных предприятий

есть специалисты по работе с новыми цифровыми технологиями, тогда как фактически у 60 % данные специалисты отсутствуют.

Проведенное анкетирование позволило выявить следующие важные аспекты развития цифровых промышленных экосистем промышленных предприятий (см. рис. 7).

Полученные результаты анкетирования позволяют комплексно, по каждому из пяти

Значимые положительные эффекты	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 68 % – Увеличение потенциальной прибыли</li> <li>• 59 % – Увеличение продаж</li> <li>• 55 % – Получение новых каналов сбыта</li> </ul>
Основные препятствия	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 61 % – Отсутствие / нехватка ресурсов разного рода</li> <li>• 50 % – Непонимание, что такое цифровая экосистема и зачем она нужна</li> <li>• 40 % – Отсутствие мотивации у руководства</li> <li>• 40 % – Отсутствие единых стандартов, программ, нормативных документов по формированию и развитию цифровых экосистем</li> </ul>
Потенциальные риски	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 58 % – Кража разного рода данных</li> <li>• 43 % – Выбор неправильных партнеров по экосистеме</li> <li>• 41 % – Попадание в инвестиционную ловушку</li> </ul>

Рис. 7. Основные положительные эффекты, препятствия и риски от выстраивания собственных индустриальных цифровых экосистем либо участия в них

Примечание. Составлено авторами по результатам проведенного исследования.



Рис. 8. Основные выводы, сформулированные в ходе субъективной качественной оценки результатов, полученных при проведении анкетирования

Примечание. Составлено авторами по результатам проведенного исследования.

направлений развития, дать субъективную качественную оценку текущего развития цифровых экосистем промышленных предприятий (см. рис. 8). Наличие оценочных вопросов в составленной анкете позволило определить уровень развития пяти выделенных направлений цифровых экосистем промышленных предприятий в Ростовской области (см. рис. 9).

Таким образом, средние оценки по каждому из экосистемных направлений находятся фактически на одном уровне, в диапазоне от 2,9 до 3,3 баллов, что свидетельствует о среднем уровне развития экосистемных направлений развития цифровой экосистемы промышленных предприятий. Данный уровень развития характеризуется следующими признаками по каждому из экосистемных направлений:

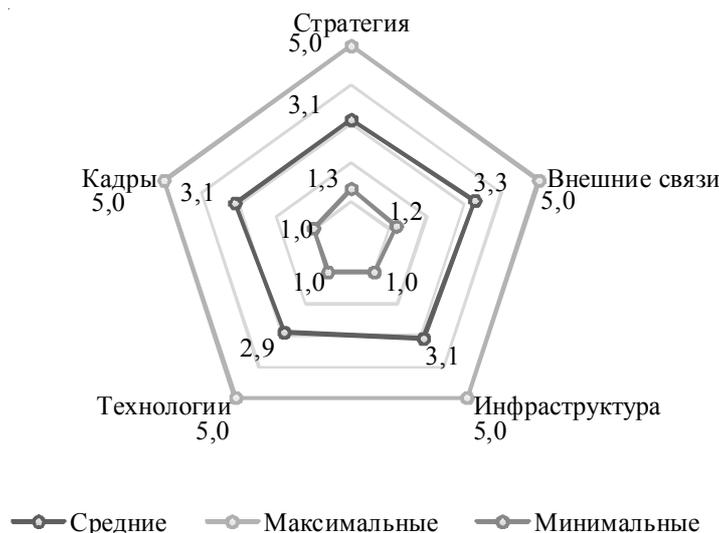


Рис. 9. Максимальные, минимальные и усредненные оценки уровня развития экосистемных направлений совершенствования цифровых экосистем промышленных предприятий  
 Примечание. Составлено авторами по результатам проведенного исследования.

1. Стратегия. У промышленного предприятия есть разработанная стратегия развития цифровой экосистемы, свободные доступные ресурсы и потенциальные источники финансирования для ее реализации. Предприятие активно занимается разработкой системы индикаторов с целью оценки уровня развития его цифровой экосистемы и контроля за состояниями ее развития. На промышленном предприятии сформирован перечень приоритетных цифровых технологий для внедрения и использования, инициировано их внедрение.

2. Инфраструктура. Инфраструктура промышленного предприятия способна обеспечить взаимодействие между ограниченным набором данных, устройств и интерфейсов, а также работу с умеренным количеством подключенных устройств только в рамках отдельных процессов и направленной деятельности. Ключевые операционные процессы промышленного предприятия цифровизированы. Автоматизированные производственные процессы присутствуют только на этапе тестирования и опытной эксплуатации. Промышленное предприятие обладает собственными ресурсами для хранения больших объемов данных, однако при соблюдении определенного ряда условий, что обуславливает необходимость привлечения дополнительных средств хранения данных.

3. Технологии. Промышленные предприятия данного уровня испытывают необходимость привлечения дополнительных ИТ в целях обеспечения бесперебойного сбора и мониторинга данных, а также расширения возможностей их хранения.

В предприятии понимают ценность данных и уже занимаются сбором не всех, но в силу своих возможностей определенного рода данных с целью последующей оцифровки предприятия и совершенствования процессов разного уровня. Предприятие обладает потенциалом для интеграции ИТ в процессы управления машинами, оборудованием и системами.

4. Кадры. Руководство предприятия понимает важность развития цифровой корпоративной культуры и цифровых компетенций своих сотрудников, определены соответствующие направления деятельности. На предприятии есть разработанный и утвержденный комплекс мер по развитию его цифрового потенциала, запущены пилотные инициативы по его реализации. Сотрудники промышленного предприятия по необходимости вовлекаются в совместную деятельность, с целью обмена опытом и компетенциями, а также развития цифровых навыков. На предприятии может не быть собственного отдела или специалистов по цифровой трансформации. Однако на время проведения мероприятий по рекрутингу профильных специалистов предприятие способно покрывать нехватку собственных специалистов привлечением внешних экспертов.

5. Внешние связи. На данном уровне промышленное предприятие испытывает нехватку партнерских связей, занимаясь совместным производством продукции со своими партнерами, взаимодействуя с ними, как правило, только на этапе производства. Предприятие открыто для взаимодействия только со своими партнерами,

однако степень его открытости варьируется в зависимости от конкретных направлений его деятельности. Руководство промышленного предприятия осознает важность взаимодействия со своими клиентами, так как они являются источником обратной связи и предоставляют ценность от использования продуктов. В связи с этим клиенты привлекаются для генерации и отбора идей новых продуктов, а также на этапах их разработки. Предприятие обладает достаточным потенциалом для партнерского взаимодействия, совместного создания стоимости и производства.

Также по результатам проведенного исследования авторами была проверена выдвинутая гипотеза о взаимозависимости и взаимовлиянии экосистемных направлений развития. С этой целью был проведен корреляционный анализ полученных в результате анкетирования данных по экосистемным направлениям развития (табл. 2).

Значения коэффициента корреляции варьируется в диапазоне от 0 до 1. Соответственно, чем выше значение коэффициента, тем сильнее связь между исследуемыми параметрами. В рамках проводимого исследования сильной считается связь, если значение коэффициента корреляции варьируется в диапазоне от 0,7 до 1, средней – от 0,3 до 0,7 и слабой – от 0,1 до 0,3.

На основе полученных расчетов можно сделать вывод о том, что выдвинутая авторами гипотеза о тесной взаимосвязи и взаимозависимости направлений развития цифровых экосистем промышленных предприятий была частично подтверждена. Было выявлено, что между следующими направлениями присутствует сильная связь: стратегия и инфраструктура, стратегия и кадры, инфраструктура и технологии, инфраструктура и кадры, тогда как между остальными экосистемными направлениями сила связи характеризуется как средняя.

В целом проведенный эмпирический анализ показал, что, несмотря на потенциальные положительные эффекты от формирования цифровых

промышленных экосистем в Ростовской области, средний уровень их развития определяется сложностями с обеими существенными составляющими – «цифровой» и «партнерской». И если в первом случае речь часто идет о финансовых и ресурсных ограничениях, то во втором – о недооценке потенциала партнерских взаимодействий в новой экономической реальности. Следовательно, меры, которые целесообразно использовать для развития промышленных экосистем с цифровым платформенным ядром, в значительной степени связаны с развитием соответствующей предпринимательской культуры, повышением уровня осведомленности о новых бизнес-моделях Индустрии 4.0 и расширением компетенций в области выработки экосистемных стратегий и механизмов.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Вайсман Е. Д., Коротковских А. Е., 2021. Методический подход к оценке готовности промышленного предприятия к цифровой трансформации // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». Т. 15, № 4. С. 65–73. DOI: 10.14529/em210407
- Долгова О. И., Никитаева А. Ю., 2021. Инновации бизнес-моделей: цифровизация, сервитизация и кастомизация в деятельности промышленных компаний // Друкерровский вестник. № 6 (44). С. 4–16. DOI: 10.17213/2312-6469-2021-6-4-16
- Клейнер Г. Б., 2020. Экосистемы в пространстве новой экономики : монография. Ростов н/Д ; Таганрог : Изд-во ЮФУ. 788 с.
- Клейнер Г. Б., 2021. Системная экономика: шаги развития : монография. М. : Науч. б-ка. 746 с.
- Кузьмин П. С., 2021. Цифровизация промышленности: эмпирическая оценка цифровой зрелости предприятий // Стратегические решения и риск-менеджмент. № 12 (3). С. 220–235. DOI: 10.17747/2618-947X-2021-3-220-235
- Михалкина Е. В., Белокрылова О. С., Вольчик В. В., Гозалова А. В., Елецкий А. Н., Ермишина А. В., Ипатов А. В., Кит О. И., Кривошеева-Медянцев

Таблица 2

### Результаты корреляционного анализа пяти экосистемных направлений развития цифровой экосистемы промышленного предприятия

	Стратегия	Внешние связи	Инфраструктура	Технологии	Кадры
Стратегия	1				
Внешние связи	0,66	1			
Инфраструктура	0,77	0,63	1		
Технологии	0,61	0,53	0,81	1	
Кадры	0,78	0,56	0,72	0,66	1

*Примечание.* Составлено авторами по результатам проводимого исследования.

- ва Д. Д., Маличенко И. П., Матвеева Л. Г., Михалкина Д. А., Некрасова И. В., 2022. Институты адаптации в условиях новаций, устойчивого развития и цифровизации. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ. 164 с. DOI: 10.18522/801287937
- Никитаева А. Ю., Сердюков Р. Д., Федосова М. Н., 2021. Региональные драйверы развития цифровых экосистем промышленных предприятий // Региональная экономика. Юг России. Т. 9, № 3. С. 100–112. DOI: 10.15688/re.volsu.2021.3.9
- Aldea A., Kusumaningrum M. C., Jacob M. E., Daneva M., 2018. Modeling and Analyzing Digital Business Ecosystems: An Approach and Evaluation // 2018 IEEE 20<sup>th</sup> Conference on Business Informatics (CBI). Vienna, Austria. P. 156–163. DOI: 10.1109/CBI.2018.10064
- Chung V., Dietz M., Rab I., Townsend Z., 2020. Ecosystem 2.0: Climbing to the Next Level // McKinsey Quarterly. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/ecosystem-2-point-0-climbing-to-the-next-level>
- Ehrensperger R., Sauerwein C., Breu R., 2023. A Maturity Model for Digital Business Ecosystems from an IT Perspective // JUCS – Journal of Universal Computer Science. Vol. 29 (1). P. 34–72. DOI: <https://doi.org/10.3897/jucs.79494>
- Eight Steps To Build Successful Business Ecosystems, 2023 // Tycoonstory Online Network. URL: <https://www.tycoonstory.com/8-steps-to-build-successful-business-ecosystems>
- Fernández-Portillo A., Ramos-Vecino N., Ramos-Mariño A., Cachón-Rodríguez G., 2024. How the Digital Business Ecosystem Affects Stakeholder Satisfaction: Its Impact on Business Performance // Review of Managerial Science. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11846-023-00720-2>
- Hanelt A., Bohnsack R., Marz D., Antunes C., 2021. A Systematic Review of the Literature on Digital Transformation: Insights and Implications for Strategy and Organizational Change // J. Manag. Stud. Vol. 58 (5). P. 1159–1197. DOI: 10.1111/joms.12639
- Joshi N. H., Khan H., Rab I., 2021. A Design-Led Approach to Embracing an Ecosystem Strategy // McKinsey & Company. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-design/our-insights/a-design-led-approach-to-embracing-an-ecosystem-strategy#>
- Kleiner G., Kobylko A., 2022. Business Ecosystem Strategy: Design and Specifics // System Analysis in Engineering and Control. SAEC 2021. Lecture Notes in Networks and Systems. Vol. 442. Cham: Springer. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-98832-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-98832-6_4)
- Kornysheva E., Boutal L., Benramdane M. K., 2023. Digital Business Ecosystems: Organizational Model, Roles, and Governance Towards Flexibility // Procedia Computer Science. Vol. 225. P. 4621–4630. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.10.460>
- Lee M. J., Roh T., 2023. Unpacking the Sustainable Performance in the Business Ecosystem: Coopetition Strategy, Open Innovation, and Digitalization Capability // Journal of Cleaner Production. Vol. 412. Art. 137433. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137433>
- Li X., Zhang L., Cao J., 2023. Research on the Mechanism of Sustainable Business Model Innovation Driven by the Digital Platform Ecosystem // Journal of Engineering and Technology Management. Vol. 68. Art. 101738. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2023.101738>
- Pidun U., Reeves M., Zoletnik B., 2022. What Is Your Business Ecosystem Strategy? // Boston Consulting Group. URL: <https://www.bcg.com/publications/2022/what-is-your-business-ecosystem-strategy>
- Priyono A., Hidayat A., 2024. Fostering Innovation Through Learning from Digital Business Ecosystem: A Dynamic Capability Perspective // Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity. Vol. 10, iss. 1. Art. 100196. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100196>
- Rantala T., Ukko J., Nasiri M., Saunila M., 2023. Shifting Focus of Value Creation Through Industrial Digital Twins – From Internal Application to Ecosystem-Level Utilization // Technovation. Vol. 125. Art. 102795. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2023.102795>
- Shen L., Shi Q., Parida V., Jovanovic M., 2024. Ecosystem Orchestration Practices for Industrial Firms: A Qualitative Meta-Analysis, Framework Development and Research Agenda // Journal of Business Research. Vol. 173. Art. 114463. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114463>
- Suuronen S., Ukko J., Saunila M., Rantala T., Rantanen H., 2024. The Implications of Multi-Sided Platforms in Managing Digital Business Ecosystems // Journal of Business Research. Vol. 175. Art. 114544. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2024.114544>
- Teece D. J., 2018. Profiting from Innovation in the Digital Economy: Enabling Technologies, Standards, and Licensing Models in the Wireless World // Res. Policy. Vol. 47 (8). P. 1367–1387. DOI: 10.1016/j.respol.2017.01.015
- Trabucchi D., Buganza T., 2021. Landlords with No Lands: A Systematic Literature Review on Hybrid Multi-Sided Platforms and Platform Thinking // European Journal of Innovation Management. Vol. 25 (6). P. 64–96. DOI: 10.1108/EJIM-11-2020-0467

## REFERENCES

- Vajsman E.D., Korotovskih A.E., 2021. Metodicheskiy podhod k ocenke gotovnosti promyshlennogo predpriyatija k cifrovoj transformacii [Methodological Approach to Assessing the Readiness of an Industrial Enterprise for Digital Transformation].

- Vestnik YuUrGU. Seriya «Ekonomika i menedzhment»* [Bulletin of the South Ural State University. Series: Economics and Management], vol. 15, no. 4, pp. 65-73. DOI: 10.14529/em210407
- Dolgova O.I., Nikitaeva A.Ju., 2021. Innovacii biznes-modelej: cifrovizacija, servitizacija i kastomizacija v dejatelnosti promyshlennyh kompanij [Business Model Innovation: Digitalization, Servitization and Customization in the Activities of Industrial Companies]. *Drukerovskij vestnik* [Drucker's Messenger], no. 6 (44), pp. 4-16. DOI: 10.17213/2312-6469-2021-6-4-16
- Kleyner G.B., 2020. *Ekosistemy v prostranstve novoy ekonomiki: monografiya* [Ecosystems in the Space of the New Economy. Monograph]. Rostov-on-Don, Taganrog, Izd-vo YuFU. 788 p.
- Klejner G.B., 2021. *Sistemnaya ekonomika: shagi razvitiya: monografiya* [Systemic Economics: Steps of Development]. Moscow, Nauch. b-ka. 746 p.
- Kuzmin P.S., 2021. Cifrovizacija promyshlennosti: empiricheskaya ocenka cifrovoy zrelosti predpriyatij [Digitalization of Industry: Empirical Assessment of Digital Maturity of Enterprises]. *Strategicheskie resheniya i risk-menedzhment* [Strategic Decisions and Risk Management], no. 12 (3), pp. 220-235. DOI: 10.17747/2618-947X-2021-3-220-235
- Mihalkina E.V., Belokrylova O.S., Volchik V.V., Gozalova A.V., Yeletsky A.N., Yermishina A.V., Ipatova A.V., Kit O.I., Krivosheeva-Medyantseva D.D., Malichenko I.P., Matveeva L.G., Mihalkina D.A., Nekrasova I.V., 2022. *Instituty adaptacii v uslovijah novaciy, ustojchivogo razvitiya i cifrovizacii* [Adaptation Institutions in the Context of Innovation, Sustainable Development and Digitalization]. Rostov-on-Don, Izd-vo YuFU. 164 p. DOI: 10.18522/801287937
- Nikitaeva A.Ju., Serdjukov R.D., Fedosova M.N., 2021. Regionalnye drajvery razvitiya cifrovyyh ekosistem promyshlennyh predpriyatij [Regional Drivers of Digital Ecosystems' Development of Industrial Enterprises]. *Regionalnaya ekonomika. Yug Rossii* [Regional Economy. South of Russia], vol. 9, no. 3, pp. 100-112. DOI: 10.15688/re.volsu.2021.3.9
- Aldea A., Kusumaningrum M.C., Jacob M.E., Daneva M., 2018. Modeling and Analyzing Digital Business Ecosystems: An Approach and Evaluation. *2018 IEEE 20<sup>th</sup> Conference on Business Informatics (CBI)*. Vienna, Austria, pp. 156-163. DOI: 10.1109/CBI.2018.10064
- Chung V., Dietz M., Rab I., Townsend Z., 2020. Ecosystem 2.0: Climbing to the Next Level. *McKinsey Quarterly*. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/ecosystem-2-point-0-climbing-to-the-next-level>
- Ehrensperger R., Sauerwein C., Breu R., 2023. A Maturity Model for Digital Business Ecosystems from an IT Perspective. *JUCS – Journal of Universal Computer Science*, no. 29 (1), pp. 34-72. DOI: <https://doi.org/10.3897/jucs.79494>
- Eight Steps to Build Successful Business Ecosystems, 2023. *Tycoonstory Online Network*. URL: <https://www.tycoonstory.com/8-steps-to-build-successful-business-ecosystems/>
- Fernández-Portillo A., Ramos-Vecino N., Ramos-Mariño A. et al., 2024. How the Digital Business Ecosystem Affects Stakeholder Satisfaction: Its Impact on Business Performance. *Review of Managerial Science*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11846-023-00720-2>
- Hanelt A., Bohnsack R., Marz D., Antunes C., 2021. A Systematic Review of the Literature on Digital Transformation: Insights and Implications for Strategy and Organizational Change. *J. Manag. Stud.*, vol. 58 (5), pp. 1159-1197. DOI: 10.1111/joms.12639
- Joshi N.H., Khan H., Rab I., 2021. A Design-Led Approach to Embracing an Ecosystem Strategy. *McKinsey & Company*. URL: [https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-design/our-insights/a-design-led-approach-to-embracing-an-ecosystem-strategy#/#/](https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-design/our-insights/a-design-led-approach-to-embracing-an-ecosystem-strategy#/)
- Kleiner G., Kobylko A., 2022. Business Ecosystem Strategy: Design and Specifics. *System Analysis in Engineering and Control. SAEC 2021. Lecture Notes in Networks and Systems. Vol. 442*. Cham, Springer. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-98832-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-98832-6_4)
- Kornysheva E., Boutal L., Benramdane M.K., 2023. Digital Business Ecosystems: Organizational Model, Roles, and Governance Towards Flexibility. *Procedia Computer Science*, vol. 225, pp. 4621-4630. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.10.460>
- Lee M.J., Roh T., 2023. Unpacking the Sustainable Performance in the Business Ecosystem: Coopetition Strategy, Open Innovation, and Digitalization Capability. *Journal of Cleaner Production*, vol. 412, art. 137433. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137433>
- Li X., Zhang L., Cao J., 2023. Research on the Mechanism of Sustainable Business Model Innovation Driven by the Digital Platform Ecosystem. *Journal of Engineering and Technology Management*, vol. 68, art. 101738. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2023.101738>
- Pidun U., Reeves M., Zoletnik B., 2022. What Is Your Business Ecosystem Strategy? *Boston Consulting Group*. URL: <https://www.bcg.com/publications/2022/what-is-your-business-ecosystem-strategy>
- Priyono A., Hidayat A., 2024. Fostering Innovation Through Learning from Digital Business Ecosystem: A Dynamic Capability Perspective. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 10, iss. 1, art. 100196. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100196>
- Rantala T., Ukko J., Nasiri M., Saunila M., 2023. Shifting Focus of Value Creation Through Industrial Digital Twins – From Internal Application to Ecosystem-

- Level Utilization. *Technovation*, vol. 125, art. 102795. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2023.102795>
- Shen L., Shi Q., Parida V., Jovanovic M., 2024. Ecosystem Orchestration Practices for Industrial Firms: A Qualitative Meta-Analysis, Framework Development and Research Agenda. *Journal of Business Research*, vol. 173, art. 114463. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114463>
- Suuronen S., Ukko J., Saunila M., Rantala T., Rantanen H., 2024. The Implications of Multi-Sided Platforms in Managing Digital Business Ecosystems. *Journal of Business Research*, vol. 175, art. 114544. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2024.114544>
- Teece D.J., 2018. Profiting from Innovation in the Digital Economy: Enabling Technologies, Standards, and Licensing Models in the Wireless World. *Res. Policy*, vol. 47 (8), pp. 1367-1387. DOI: [10.1016/j.respol.2017.01.015](https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.01.015)
- Trabucchi D., Buganza T., 2021. Landlords with No Lands: A Systematic Literature Review on Hybrid Multi-Sided Platforms and Platform Thinking. *European Journal of Innovation Management*, vol. 25 (6), pp. 64-96. DOI: [10.1108/EJIM-11-2020-0467](https://doi.org/10.1108/EJIM-11-2020-0467)

### Information About the Authors

**Roman D. Serdyukov**, Engineer, Resource Educational and Methodological Center, Southern Federal University, Zorge St, 21, Bld. 6B, 344015 Rostov-on-Don, Russian Federation, [rserdyukov@sfedu.ru](mailto:rserdyukov@sfedu.ru), <https://orcid.org/0000-0003-1195-1656>

**Anastasia Yu. Nikitaeva**, Doctor of Sciences (Economics), Professor, Head of the Department of Informational Economics, Southern Federal University, M. Gorkogo St, 88, 344002 Rostov-on-Don, Russian Federation, [aunikitaeva@sfedu.ru](mailto:aunikitaeva@sfedu.ru), <https://orcid.org/0000-0003-0406-7440>

### Информация об авторах

**Роман Дмитриевич Сердюков**, инженер ресурсного учебно-методического центра, Южный федеральный университет, ул. Зорге, д. 21, корпус 6В, 344015 г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация, [rserdyukov@sfedu.ru](mailto:rserdyukov@sfedu.ru), <https://orcid.org/0000-0003-1195-1656>

**Анастасия Юрьевна Никитаева**, доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой информационной экономики, Южный федеральный университет, ул. М. Горького, 88, 344002 г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация, [aunikitaeva@sfedu.ru](mailto:aunikitaeva@sfedu.ru), <https://orcid.org/0000-0003-0406-7440>