

Пронин Алексей Юрьевич

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ: ПРИНЦИПЫ, СТРАТЕГИИ, МОДЕЛИ

Аннотация: в главе рассмотрены тенденции развития промышленных экосистем в современных условиях цифровой трансформации экономики. Актуальность исследования обусловлена тотальным трендом на цифровизацию в Российской Федерации, который охватывает широкий спектр отраслей промышленности и экономики. Целью исследования является выявление тенденций развития промышленных экосистем и разработка типовой модели развития и трансформации экосистемы промышленного предприятия. Теоретико-методологическую основу проведенного исследования составляют эмпирические (экспертных оценок, изучение производственного опыта) и теоретические (системного анализа, категориального анализа, сравнения, обобщения, принятия решений) методы. В работе описаны инструменты, обеспечивающие функционирование цифровых промышленных экосистем и приведены примеры их успешной реализации. На основе анализа публикаций отечественных ученых сформулированы принципы, описаны стратегии развития и предложена типовая модель трансформации экосистемы промышленного предприятия.

Ключевые слова: экономика, экосистема, цифровая промышленная экосистема, промышленность, организация производства, цифровая технология, технологический суверенитет, цифровизация, цифровая экономика, цифровое производство, цифровая трансформация, искусственный интеллект, цифровой двойник.

Abstract: this chapter examines trends in the development of industrial ecosystems in the current context of digital economic transformation. The relevance of this study stems from the pervasive trend toward digitalization in the Russian Federation, which encompasses a wide range of industries. The aim of this study is to identify trends

in the development of industrial ecosystems and develop a standard model for the development and transformation of industrial enterprise ecosystems. The theoretical and methodological basis of this study is comprised of empirical (expert assessments, study of production experience) and theoretical (systems analysis, categorical analysis, comparison, generalization, and decision-making) methods. The paper describes the tools that support the functioning of digital industrial ecosystems and provides examples of their successful implementation. Based on an analysis of publications by Russian scholars, principles are formulated, development strategies are described, and a standard model for the transformation of industrial enterprise ecosystems is proposed.

Keywords: *economy, ecosystem, digital industrial ecosystem, industry, production organization, digital technology, technological sovereignty, digitalization, digital economy, digital production, digital transformation, artificial intelligence, digital twin.*

Одним из глобальных трендов XXI века является структурная трансформация мировой экономики, связанная с активным развитием и повсеместным внедрением цифровых технологий в реальные экономические процессы. Трансформация экономики за счет использования цифровых технологий создает предпосылки для изменения бизнес-процессов и принципов управления инновационным развитием как национальной экономики в целом, так и отдельных ее отраслей, включая промышленный сектор.

Вопросы развития промышленности в условиях цифровой трансформации экономики России достаточно подробно рассматриваются в публикациях отечественных ученых и аналитиков [1–12].

В статье Житяевой О.И. [1] исследуются вопросы управления цифровой трансформацией промышленного сектора России. Автором раскрыты преимущества реализации цифровой трансформации, предложены направления реализации дорожной карты цифровой трансформации промышленного сектора, определены тренды цифровой трансформации промышленного сектора. Автором предложена модель цифровой трансформации промышленного сектора России

на базе создания «цифровых двойников», позволяющих использовать такие преимущества, как сокращение времени бизнес-процессов, повышение точности расчетов, повышение качества выполняемых работ. Разработанная модель включает следующие основные элементы: информационную базу для управления производством, единую цифровую среду и интерактивные сервисы, цифровые двойники (цифровой паспорт), методическое обеспечение внедрения цифровых технологий и др.

В статье Тюкавкина Н.М. [2] исследованы цифровые платформы, построенные на согласовании оцифрованных информационных данных, бизнес-процессов и промышленной инфраструктуры, представляющие функционал задач, процессов, стратегий и моделей цифровой трансформации промышленных предприятий Российской Федерации. Автором отмечается, что в современных геополитических условиях, с учетом экономических санкций и запрета на использование российских инновационных технологий, переход к локальным экономическим процессам, представляется одним из основных подходов к национальной безопасности, инновационному развитию и укреплению технологического суверенитета государства. На основе использования экосистемного подхода можно создать технологические и информационные модели и управление промышленными бизнес-процессами.

В работе Ладынина А.И. [3] описывается проблема фрагментарности процессов цифровой трансформации промышленных экосистем, проявляющаяся в разрыве между операционными данными, текущим и стратегическим управлением. Для решения описанной проблемы автором предложена систематизация групп требований: целостность и связанность, информационно-аналитическая поддержка, релевантность управления, адаптивность и моделирование, технологичность среды и организационное развитие. На основе данных требований автором предложена концептуальная модель цифровой платформы развития экосистемы, построенная на принципах системной динамики.

В статье Бабкина А.В., Кирильчука С.П., Наливайченко Е.В. [4] проведен анализ механизмов обеспечения устойчивости промышленных экосистем Российской Федерации в период действия масштабных экономических санкций 2022–2025 годов. В статье систематизированы адаптационные стратегии предприятий, включая активное импортозамещение, релокацию цепочек поставок, ускоренную цифровизацию и переориентацию на рынки дружественных стран. На основе проведенных исследований авторами представлены тенденции, иллюстрирующие динамику промышленного производства, анализ долгосрочных трендов, включая оценки перехода от цифровизации к технологическому суверенитету.

В монографии Митякова Е.С., Карпухиной Н.Н., Ладынина А.И. [5] исследуются теоретические и практические аспекты реиндустриализации и импортоопережения промышленных экосистем в России. Рассматриваются сущность промышленных экосистем, роль реиндустриализации в экономическом развитии и стратегия импортоопережения для обеспечения технологического суверенитета. Анализируются современные методологические подходы к управлению промышленными экосистемами, включая оценку их текущего состояния, разработку концепций устойчивого развития и ключевых показателей эффективности. Особое внимание уделено практическим инструментам: когнитивному моделированию, цифровым платформам управления знаниями, программно-аналитическим комплексам и методическим рекомендациям для органов власти.

В работе Гилевой Т.А., Бабкина И.А., Здольниковой С.В. [6] предложен методический подход к построению модели оценки зрелости промышленных экосистем как инструмента стратегического управления их развитием в экономике данных на основе интеграции и систематизации взаимодополняющих направлений исследований в рамках конфигурационного подхода. В результате проведенных исследований авторами обоснована целесообразность применения конфигурационного подхода для определения наиболее значимых для конкретной промышленной экосистемы оценочных аспектов. Определено понятие интеллекту-

альной зрелости промышленной экосистемы и сформирован методический подход к ее оценке. На основе анализа особенностей и взаимосвязи различных типов экосистем построена структурно-логическая модель оценки интеллектуальной зрелости. Выделены ключевые принципы проведения оценки, определена базовая структура оценочной модели. Предложен фреймворк IEST, предполагающий выбор оценочных блоков в зависимости от системы целевых приоритетов экосистемы. По мнению авторов предложенный подход позволит повысить гибкость оценивания за счет выбора и комбинации подмножества блоков из общей избыточной модели с учетом текущего уровня и перспектив развития конкретной промышленной экосистемы.

Якобидес М. с коллегами (M. Jacobides et al.) [7] выделяют в качестве условий, необходимых для создания экосистемы, модульность и взаимодействия, определяя экосистему как набор участников с разной степенью многосторонней взаимодополняемости, которые не полностью иерархически контролируются. Модели неиерархической координации, основанные на обеспечении доверия и совместной деятельности (коэволюции), являются одним из важных условий успешности экосистемы.

В работе Мезенцевой Е.С. [8] проведена систематизация теоретических подходов к понятию системной устойчивости промышленности, выделены факторы и угрозы системной устойчивости промышленности России, основные тренды развития промышленности России в 2000–2024 годах. Предложен методический подход к оценке системной устойчивости промышленности, включающий группировку показателей по функциональным блокам (производственный, финансовый, инновационный, структурный, цифровой трансформации, институциональный и др.). Проведен анализ динамики показателей системной устойчивости промышленности России за 2000–2024 годы. Выявлены основные тенденции развития промышленности России, связанные с важностью процессов цифровой трансформации, формированием промышленных экосистем и платформизацией. Разработаны рекомендации по формированию промышленной политики в целях повышения устойчивости промышленности в условиях внешних ограничений,

необходимости формирования технологического суверенитета с учетом трендов платформизации, сетизации и формирования экосистем.

В работе Стружко Н.С. [9] исследуется теоретико-практическая основа формирования промышленной экосистемы в Донецкой Народной Республике. Рассматриваются ключевые аспекты, влияющие на развитие промышленности региона, а также механизмы взаимодействия различных участников экосистемы. Автором предложена концептуальная схема, которая иллюстрирует процесс формирования промышленной экосистемы, включая взаимодействие государственных институтов, частного сектора и образовательных учреждений.

Исследование влияние санкций и ограничений, вводимых разными странами против России, на процессы цифровой трансформации промышленности проведено в работе Доржиевой В.В. [10]. Автором проанализирован уровень импортозависимости промышленности на примере используемого программного обеспечения, решений и технологий. Показано, что в условиях внешних ограничений возрастает роль промышленной политики, направленной на стабилизацию цифровой трансформации промышленности и поддержку отечественных разработок и решений. Методологической основой послужили научные публикации, нормативно-правовые документы в сфере цифровой трансформации отраслей промышленности, данные официальной статистики и экспертно-аналитические материалы по рассматриваемой тематике.

Особенности цифровой трансформации промышленности рассматриваются в работе [11]. Авторами проведен анализ организационной структуры инструментов поддержки цифровизации промышленности по результатам которого выделены приоритетные технологии и основные направления цифровизации производства. В заключении авторами разработаны предложения по созданию системы цифровизации промышленности России.

Результаты исследований в области цифровой трансформации промышленных бизнес-моделей приведены в работе [12]. По мнению авторов, приоритетным направлением цифровой трансформации бизнес-моделей для промышлен-

ности России является формирование цифровых бизнес-моделей платформенного типа (модель, в которой компания предоставляет платформу, объединяющую два или более взаимодействующих субъекта). Промышленные экосистемы, по мнению авторов, следует формировать путем внедрения новых цифровых технологий, автоматизации и цифровизации бизнес-процессов с учетом уровня цифровой зрелости компании и принципов цифрового развития.

По результатам анализа публикаций отечественных ученых можно сделать вывод, что в настоящее время концепция экосистем в экономике недостаточно разработана и часто трактуется по-разному. В этой связи, с учетом анализа рассмотренных выше публикаций можно сформулировать следующее авторское определение промышленной экосистемы.

Промышленная экосистема – система (пространство) взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов среды (заказчиков, производственных предприятий, потребителей, сервисных компаний, цифровых платформ, приложений, устройств и др.), обеспечивающих повышение эффективности производства конечной продукции. Формирование и развитие экосистем, по мнению автора, может осуществляться двумя путями:

- развитие собственных производственных мощностей, цифровых платформ и сервисов;
- объединение двух и более предприятий в результате которого можно достичь синергетического эффекта от совместной работы и повысить конкурентоспособность и качество выпускаемой продукции.

Основными элементами промышленной экосистемы являются: участники, механизмы взаимодействия и технологическая база (рисунок 1).

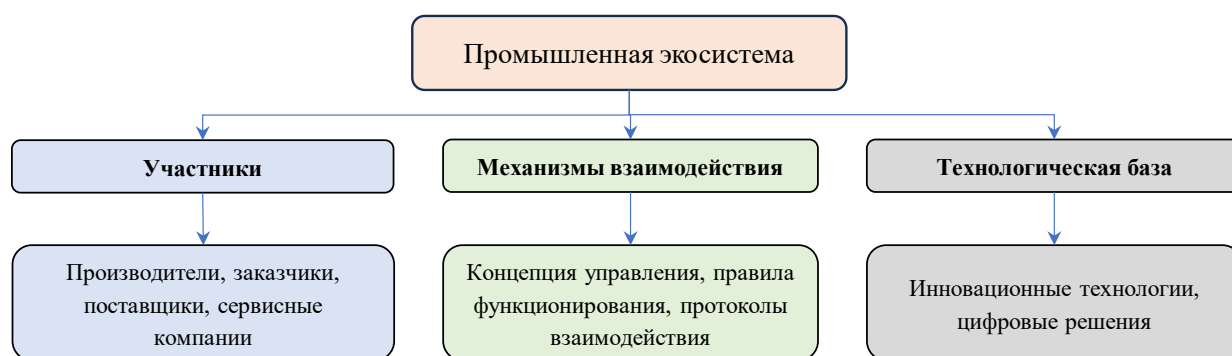


Рис. 1. Основные элементы промышленной экосистемы

В интересах обеспечения эффективного функционирования промышленной экосистемы она должна удовлетворять следующим принципам:

- модульность – каждый элемент экосистемы может развиваться отдельно, но при этом все компоненты должны эффективно взаимодействовать друг и другом;
- адаптируемость – промышленная экосистема должна иметь возможность «адаптироваться» под требования конкретного заказчика;
- многосторонние отношения – внутри экосистемы должно быть обеспечено взаимодействие со всеми ее участниками (производители, партнеры, заказчики, конкуренты и др.);
- координация – в интересах достижения общих целей и задач все действия участников экосистемы должны быть согласованы.

На основе анализа публикаций отечественных ученых и общемировых тенденций развития промышленности целесообразно выделить следующие стратегии формирования промышленных экосистем [1–30]:

1) экосистема как инструмент государственной политики (т. е. инициирована властью). В качестве примера реализации данного сценария можно выделить национальные технологические инициативы (НТИ), которые направлены на развитие перспективных рынков и технологий, посредством консолидации усилий государства, науки и бизнеса. В настоящее время реализуются НТИ направленные на создание платформы для моделирования безэкипажного судовождения

(цифровой сервис для проверки систем автономных и дистанционно управляемых надводных судов на соответствие нормативным требованиям безопасности мореплавания), создание национального логистического оператора в сфере беспилотной аэрологистики (проект по формированию оператора с парком беспилотных авиационных систем для коммерческих воздушных перевозок грузов и почты) и др.;

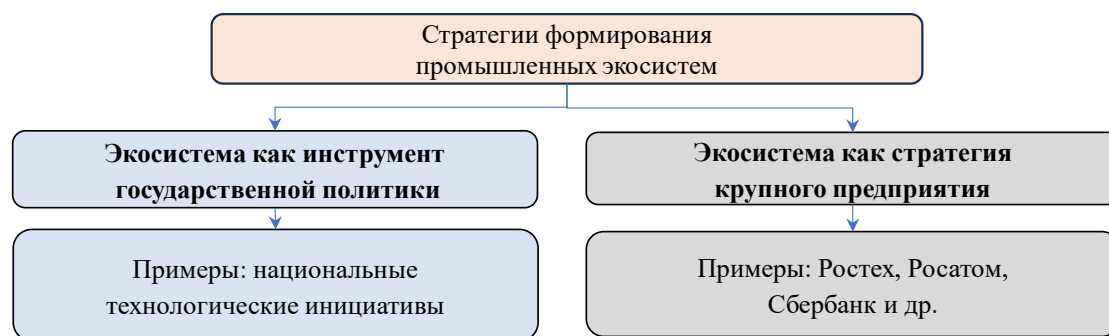


Рис. 2. Стратегии формирования промышленных экосистем

2) экосистема как стратегия крупного предприятия. В качестве примера реализации данного сценария можно выделить крупные компании (Ростех, Росатом, Сбербанк и др.). В настоящее время реализация данного сценария осуществляется посредством следующих инструментов Big Data, индустриальный интернет вещей, системы управления базами данных (PDM, PLM), цифровое моделирование и проектирование (CAD, CAE), аддитивные технологии (3D-печать), промышленные роботы, сенсорика и др.

Реализация предлагаемых стратегий должна начинаться с цифровой платформы, где объединяются интересы государства, промышленности и науки. Цифровые платформы предлагается организовать по различным секторам промышленности. В качестве инструментария (инновационных технологий) для построения промышленных экосистем предлагается использовать (рисунок 3): искусственный интеллект, машинное обучение, Big Data, интернет вещей, цифровые двойники, облачные технологии, платформенные решения, no-code/low-code (инструменты, позволяющие создавать ИТ-решения без глубокого программирова-

ния, что позволяет существенно ускорить разработку прототипов и простых приложений), краудфандинг (способ коллективного сбора средств на проект или идею через специальные онлайн-платформы), блокчейн и др.

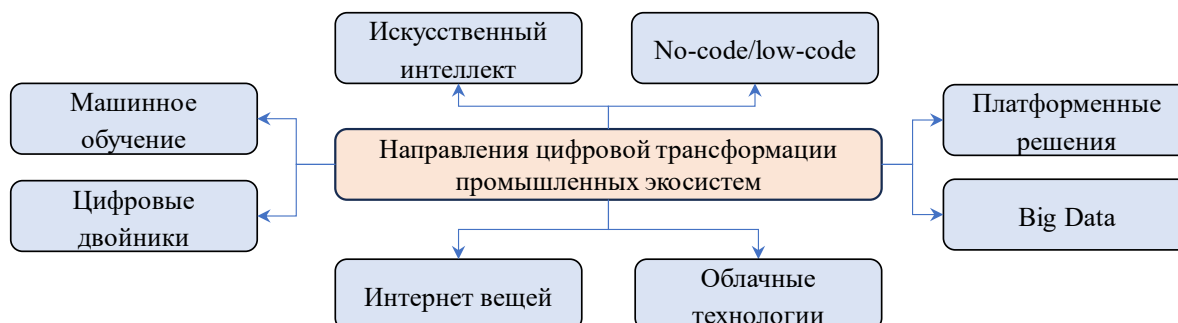


Рис. 3. Направления цифровой трансформации промышленных экосистем

С учетом вышеизложенного в структуру типовой экосистемы промышленного предприятия должны включаться пользователи, осуществляющие взаимодействие участников экосистемы по передаче и обмену информацией, с помощью цифровых сервисов общей платформы. Кроме того, интеллектуальная составляющая цифровой экосистемы должна включать в себя следующие обязательные элементы: сетевую (облачную) инфраструктуру, программное обеспечение и др. В обобщенном виде типовая модель развития и трансформации экосистемы промышленного предприятия представлена на рисунке 4. Предлагаемая модель позволяет обеспечить эффективное развитие и технологическую модернизацию отраслей промышленности, являясь перспективным инструментом повышения ее конкурентоспособности.

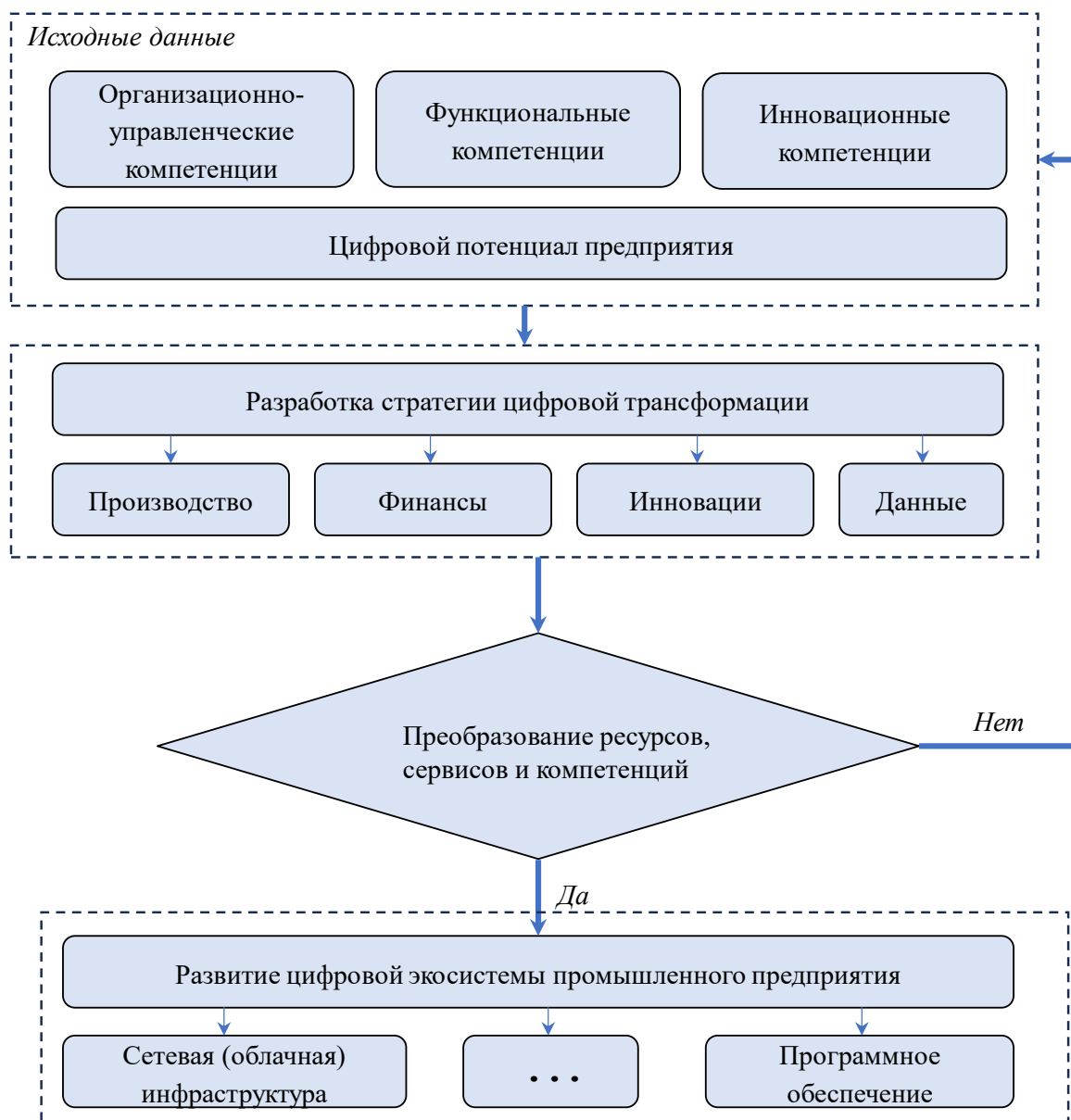


Рис. 4. Типовая модель развития и трансформации экосистемы
промышленного предприятия

Реализация предложенных принципов, стратегий развития и модели формирования промышленных экосистем позволит обеспечить синергетический эффект и комплексное развитие отечественной промышленности в современных условиях цифровой экономики с ориентацией на технологический суверенитет и устойчивый экономический рост.

Список литературы

1. Житяева О.И. Управление цифровой трансформацией промышленного сектора / О.И. Житяева // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. – 2021. – Т. 12. №2. – С. 43–50. DOI 10.18287/2542-0461-2021-12-2-43-50. EDN ZNQSLD
2. Тюкавкин Н.М. Формирование модели цифровой трансформации инновационных экосистем в промышленном секторе региона / Н.М. Тюкавкин // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. – 2025. – Т. 16. №1. – С. 187–197. DOI 10.18287/2542-0461-2025-16-1-187-197. EDN WUZMLR
3. Ладынин А.И. Управление промышленной экосистемой / А.И. Ладынин // Развитие и безопасность. – 2026. – №1. – С. 34–47. EDN XUORGD
4. Бабкин А.В. Парадигма устойчивости промышленных экосистем в условиях новой реальности / А.В. Бабкин, С.П. Кирильчук, Е.В. Наливайченко // Экономическое возрождение России. – 2026. – №1(87). – С. 48–64. DOI 10.37930/1990-9780-2026-1-87-48-64. EDN PCXPVF
5. Организационно-экономические основы реиндустриализации и импортоопережения промышленных экосистем в Российской Федерации: монография / Е.С. Митяков, Н.Н. Карпухина, А.И. Ладынин [и др.]. – М.: РТУ МИРЭА, 2025. EDN SXJLLM
6. Гилева Т.А. Оценка интеллектуальной зрелости промышленных экосистем: конфигурационный подход / Т.А. Гилева, И.А. Бабкин, С.В. Здольникова // Вестник Пермского университета. Серия «Экономика». – 2025. – Т. 20. №4. – С. 468–490. DOI 10.17072/1994-9960-2025-4-468-490. EDN RSPCII
7. Jacobides M.G. Towards a theory of ecosystems / M.G. Jacobides, C. Cennamo, A. Gawer // Strategic Management Journal. – 2018. – Vol. 39. No. 8. – P. 2255–2276.
8. Мезенцева Е.С. Тренды изменения системной устойчивости промышленного комплекса России в условиях формирования промышленных экосистем и

платформизации / Е.С. Мезенцева // Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии. – Екатеринбург, 2024. – С. 156–174. DOI 10.17059/dti-2024-11. EDN HQQDAI

9. Стружко Н.С. Практические аспекты формирования промышленной экосистемы в Донецкой Народной Республике / Н.С. Стружко // Экономика и современный менеджмент: теория, методология, практика: сборник статей XXIII Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2025. – С. 46–49. EDN RSJZYP

10. Доржиева В.В. Цифровая трансформация промышленности и промышленная политика в условиях внешних ограничений / В.В. Доржиева // Вопросы инновационной экономики. – 2023. – №13(2). – С. 637–648. DOI 10.18334/vines.13.2.117692. EDN IEYDZJ

11. Богачев Ю.С. Цифровизация как способ повышения эффективности управления промышленностью России / Ю.С. Богачев, С.Р. Бекулова // Национальная безопасность / Nota bene. – 2023. – №3. – С. 94–106. DOI 10.7256/2454-0668.2023.3.43718. EDN VYIXSL

12. Краковская И.Н. Цифровая трансформация бизнес-моделей в промышленности: эволюция и перспективы развития / И.Н. Краковская, Ю.В. Корошко, Ю.Ю. Слушкина // Информационное общество. – 2023. – №2. – С. 12–21. DOI 10.52605/16059921_2023_02_12. EDN YROKfq

13. Бабкин А.В. Многоуровневый матричный подход для стратегического управления формированием и реализацией гособоронзаказа промышленных экосистем / А.В. Бабкин, С.В. Михайлов, В.В. Михайлов // Вестник академии знаний. – 2023. – №1. – С. 37–44. EDN OPQYTC

14. Панфилова Е.Е. Формирование экосистем и платформ в цифровой экономике / Е.Е. Панфилова // Московский экономический журнал. – 2022. – №1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-ekosistem-i-platform-v-tsifrovoy-ekonomike> (дата обращения: 06.08.2026). DOI 10.55186/2413046X_2022_7_1_46. EDN ATECXA

15. Клейнер Г.Б. Промышленные экосистемы: взгляд в будущее / Г.Б. Клейнер // Экономическое возрождение России. – 2018. – №2(56).
16. Акбердина В.В. Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии / В.В. Акбердина. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2023. – 164 с.
17. Дадалко В.А. Инструменты цифровой экономики как способы обеспечения транспарентности хозяйствования промышленного предприятия / В.А. Дадалко, Д.Р. Назырова, П.П. Топчий // Экономика. Налоги. Право. – 2018. – №5. DOI 10.26794/1999-849X-2018-11-5-84-91. EDN YLXNAT
18. Глухов В.В. Стратегическое управление промышленными экосистемами на основе платформенной концепции / В.В. Глухов, А.В. Бабкин, Е.В. Шкарупета, В.А. Плотников // Экономика и управление. – 2021. – Т. 27. №10. – С. 752–766.
19. Кашеварова Н. Развитие производственных экосистем и платформ в условиях цифровой трансформации промышленности / Н. Кашеварова, В. Шиболденков // Сборник трудов IX Всероссийской научной конференции по организации производства. – 2020. – С. 71–80. EDN VZHGXX
20. Устинов Э.А. Производственный задел предприятия как основа развития экосистем инноваций / Э.А. Устинов, Р.М. Сиразетдинов, Л.Н. Устинова // Экономика промышленности. – 2019. – Т. 12. №2. – С. 178–185.
21. Шабалина Л.В. Теоретические подходы к формированию промышленной экосистемы региона / Л.В. Шабалина, В.О. Огородник // Инновации и информационные технологии в условиях цифровизации экономики: сборник трудов III международной научно-практической конференции. – 2025. – С. 598–600. EDN EOXTJA
22. Тополева Т.Н. Моделирование цифровой платформы инновационной производственной экосистемы региона / Т.Н. Тополева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2024. – Т. 19. №4(76). – С. 135–143. DOI 10.12737/2073-0462-2024-135-143. EDN CLZXTP

23. Никитаева А.Ю. Региональные драйверы развития цифровых экосистем промышленных предприятий / А.Ю. Никитаева, Р.Д. Сердюков, М.Н. Федосова // Региональная экономика. Юг России. – 2021. – Т. 9. №3. – С. 100–112. DOI 10.15688/re.volsu.2021.3.9. EDN QUBDTL

24. Александров А.В. Управление цифровой трансформацией в российской промышленности / А.В. Александров, Д.В. Ходос // Инновации и инвестиции. – 2023. – №12. – С. 472–475. EDN TCJMYL

25. Положенцева Ю.С. Трансформация развития промышленного комплекса в условиях цифровой экономики / Ю.С. Положенцева, М.Г. Клевцова // Вестник университета. – 2021. – №2. – С. 71–79. DOI 10.26425/1816-4277-2021-2-71-79. EDN RBJZPC

26. Романова О.А. Тактика и стратегия развития региональных промышленных комплексов в новейших геополитических условиях / О.А. Романова, А.О. Пономарева // Региональная экономика: теория и практика. – 2023. – №21.4(511). – С. 604–634. DOI 10.24891/re.21.4.604. EDN GGTFM

27. Ситникова С.Е. Цифровая форма коммерциализации инноваций в вузах и пути повышения ее эффективности: международный опыт и перспективы для России / С.Е. Ситникова // Инновационное развитие экономики. – 2020. – №6(60). – С. 61–70. EDN PTJWGP

28. Погодина Т.В. Особенности реализации промышленной политики в условиях цифровизации экономики России / Т.В. Погодина, Н.М. Абдикеев // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2018. – №211(3). – С. 210–228. EDN VPIQVS

29. Вертакова Ю.В. Трансформация промышленности в условиях цифровизации: тренды и особенности реализации / Ю.В. Вертакова, Ю.С. Положенцева, В.В. Масленникова // Экономика и управление. – 2021. – №27(7). – С. 491–503.

30. Лукьянченко Е.Л. Преимущества использования цифровой платформы в рамках экосистемы / Е.Л. Лукьянченко // Проблемы развития современного об-

щества: сборник научных статей 6-й Всероссийской национальной научно-практической конференции (Курск, 22 января 2021 г.) Т. 1. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 243–246. EDN CRJXYD

Пронин Алексей Юрьевич – канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ», г. Москва, Россия.
