

## **АННОТАЦИЯ**

**к диссертационной работе Кульжамбековой Барно Шакировны на тему: «Формирование и развитие цифровых экосистем промышленных предприятий Казахстана», представленную на соискание академической степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D04101 – Экономика»**

**Актуальность темы исследования.** Вектор глобального экономического развития демонстрирует стремительный поворот к форматам Индустрии 4.0, вследствие чего цифровая трансформация перестает быть факультативным инструментом модернизации и превращается в ключевой детерминант эффективности промышленного сектора. В таких условиях цифровые экосистемы выступают не просто результатом технологического прогресса, а сложной организационно-технологической конструкцией, обеспечивающей сопряжение бизнес-процессов с интернетом вещей (IoT), большими данными (Big Data), искусственным интеллектом (AI), облачными решениями и интегрированными информационными платформами.

Одновременное развитие сквозных цифровых технологий генерирует качественно новый спектр возможностей для промышленных предприятий: автоматизация и роботизация производственных контуров дополняются внедрением интеллектуальных систем мониторинга функционирования оборудования, предиктивного анализа спроса на продукцию, а также алгоритмизированного управления логистическими и снабженческими цепочками на основе механизмов искусственного интеллекта.

На современном этапе формирования цифровых экосистем, представляющих собой цифровое пространство, выстроенное вокруг одной или нескольких платформ и объединяющее широкий спектр сервисов, а также разнообразных физических и юридических участников, возрастает роль профессиональных компетенций и уровня технологической подготовленности в процессе их эффективного управления. Такие экосистемы обеспечивают удовлетворение различных потребностей участников в рамках единого интегрированного процесса, что делает вопросы управления ими особенно актуальными. Главными особенностями данного этапа являются виртуализация процессов и систем, цифровизация, совершенствование правил кибербезопасности.

В связи с последовательной реализацией ключевых государственных документов – «Стратегии «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства» и Концепции развития обрабатывающей промышленности Республики Казахстан на 2023-2029 годы - проблематика становления и эволюции цифровых экосистем промышленных предприятий приобретает особую исследовательскую значимость. Для Казахстана, ориентированного на глубокую технологическую модернизацию и долгосрочное укрепление промышленного потенциала, развитие таких экосистем выступает не просто элементом цифровой трансформации, а фундаментальным условием повышения устойчивости, инновационной продуктивности и глобальной конкурентоспособности национального производственного сектора.

Казахстанским предприятиям особенно важно продолжать целенаправленное улучшение работы цифровых экосистем и повышать эффективность взаимодействия своих субъектов с различными внешними информационно-коммуникационными системами.

Эффективное функционирование цифровых экосистем возможно только при наличии развитой цифровой инфраструктуры, профессионально подготовленного персонала и интеграции с внешними платформами. Однако успешная реализация данных задач требует комплексного анализа текущего уровня цифровизации промышленных предприятий, оценки их готовности к трансформации и выработки методологических подходов к формированию цифровых экосистем.

Ведущие мировые компании, такие как Siemens, General Electric и Bosch, активно внедряют и используют цифровые экосистемы для оптимизации своей деятельности, но несмотря на глобальную актуальность темы цифровых экосистем, в казахстанской научной и практической среде данный вопрос остается малоизученным. Казахстанские промышленные предприятия нуждаются в изучении и адаптации международного опыта формирования цифровых экосистем промышленных предприятий с учетом своей специфики, что позволит ускорить процесс их цифровой трансформации.

Таким образом, актуальность исследования определяется необходимостью теоретического и практического осмысления формирования и развития цифровых экосистем для промышленного сектора Казахстана, что в свою очередь позволит не только выявить и устранить существующие барьеры, но и создать условия для устойчивого экономического роста, повышения конкурентоспособности и интеграции Казахстана в глобальные цепочки цифровой экономики.

**Степень научной разработанности проблемы исследования.** Вопросы формирования и развития цифровых экосистем активно исследуются в мировой научной литературе в работах зарубежных ученых, как А. Тенсли, М. Дж. Якобидес, Дж. Мур, М. Янсита, Р. Левиен и других, освещающих концепции экосистемного подхода, стратегии формирования цифровых платформ, а также влияния цифровизации на производительность и устойчивое развитие предприятий.

Цифровые платформы в промышленном производстве, ставшие фундаментом для создания промышленных цифровых экосистем и изменения способа производства благ рассмотрены в трудах ученых Ю.В. Орловской, Т. Игнатовой, К. Сеннамо, Ж. Ми, Д. Коффман, Х. Лин, Ю.Х. Акбар, Е.Д. Платоновой. Вопросы изучения формирования и развития экосистем в разных областях промышленности рассматривались большим пулом ученых, как М. Даркинг, Е. Уитли, Б.К. Че, М. Субраманиам, П.К. Сеньо, С. Сууронен, А.В. Бабкин, Л.В. Ташенова, Н. Бахтадзе, А. Сулейкин.

Структура, характеристики и предпосылки формирования цифровых экосистем на промышленных предприятиях, различные экосистемные стратегии и роли компаний в экосистеме являются ключевым направлением последних исследований таких ученых, как В. Парида, Р.Д. Сердюков, О.Е. Каленов, А.

Камалалдин и других. В рамках платформенного подхода авторы М.Дж. Якобидес, Х. Донг, Л.М. Камарина-Матос, Х. Афсарманеш, А. Коззолино, М.А. Комисарова, И.Н. Сторожук определяют роль экосистем в структуре формирования их организационной деятельности.

Несмотря на значительный массив исследований, посвященных концептуальному содержанию, типологии и моделям цифровых экосистем, практическая составляющая этой тематики все еще разработана недостаточно, особенно в контексте развивающихся экономик, к числу которых относится и Казахстан. Научное поле по-прежнему характеризуется недостаточным вниманием к вопросам переноса зарубежных наработок на отечественные условия, адаптации существующих цифровых платформ и технологических решений под индустриальную специфику страны, а также к формированию действенных организационно-технологических механизмов взаимодействия акторов внутри цифровых экосистем. В этом контексте диссертационное исследование направлено на восполнение обозначенного пробела, предлагая всесторонний анализ процессов становления цифровых экосистем промышленных предприятий Казахстана и объединяя теоретическую базу с прикладными решениями, необходимыми для реализации практических задач цифровой трансформации.

**Целью диссертационной работы** является разработка теоретико-методологических основ и прикладных инструментов формирования и развития цифровых экосистем промышленных предприятий Казахстана, а также оценка их влияния на эффективность промышленного производства и конкурентоспособность национальной экономики.

Для достижения поставленной цели решаются следующие **задачи**:

- раскрыть сущность и особенности цифровых экосистем промышленных предприятий;
- провести наукометрический анализ исследований в данной области и определить ключевые направления научного дискурса;
- изучить международный опыт формирования цифровых экосистем и выявить лучшие практики для адаптации в Казахстане;
- разработать методический подход к оценке цифровой готовности промышленных предприятий и алгоритм расчета интегрального показателя;
- исследовать текущее состояние цифровизации промышленного сектора Казахстана, выявить региональные различия;
- провести кластерный анализ регионов по уровню цифровой зрелости;
- апробировать предложенную методику на примере отдельных предприятий;
- ввести показатель «цифровой выпуск» и применить методы экономико-математического анализа (включая SFA) для оценки цифровой продуктивности;
- предложить организационно-технологический механизм взаимодействия цифровых экосистем с внешними ИКТ-ресурсами;
- определить перспективные направления развития цифровых экосистем и сформулировать практические рекомендации.

**Объект диссертационного исследования** – цифровые экосистемы,

функционирующие на промышленных предприятиях.

**Предмет диссертационного исследования** – концептуально-методологические положения и организационно-экономические механизмы, обеспечивающие формирование и развитие цифровых экосистем промышленных предприятий. В его рамках рассматриваются инструменты оценки уровня цифровой готовности, подходы к определению эффективности функционирования, а также направления внедрения и интеграции цифровых технологий в производственные и управленческие процессы.

**Теоретическая и методологическая значимость исследования** состоит в обогащении научного категориального аппарата путем введения авторской трактовки термина «цифровая экосистема промышленного предприятия». Существенным результатом выступает также сформированная методика диагностики уровня цифровой готовности промышленных предприятий Казахстана к внедрению и адаптации цифровых экосистем. В работе предложена концептуальная схема цифровой экосистемы, интерпретируемая как взаимосвязанный комплекс технологий, процессов и форм взаимодействия, ориентированный на обеспечение инновационного и эффективного управления промышленной организацией в цифровой среде. Кроме того, разработан организационно-технологический механизм, определяющий принципы и инструменты взаимодействия субъектов и объектов цифровых экосистем промышленных предприятий с внешними сервисами и информационно-коммуникационными ресурсами.

В процессе исследования был использован комплекс общенаучных методов. Так, методы анализа и синтеза применялись для уточнения трактовок и раскрытия сущности категории «цифровая экосистема». Структурно-функциональный подход и метод обобщения позволили выявить ключевые характеристики цифровых экосистем и сформировать концептуальное представление о «цифровой экосистеме промышленного предприятия». Кроме того, использование метода кейс-стади обеспечило возможность изучить практические примеры внедрения цифровых решений на промышленных предприятиях и выявить особенности их адаптации. Наряду с этим использовались специализированные методы, включая метод контент-анализа научных публикаций, метод наукометрического анализа данных (с использованием информационного массива базы Web of Science) и метод графического построения фреймов в программе VOSviewer, позволившие выявить исследовательские тренды и направления развития цифровых экосистем. Также были применены: метод экспертных оценок, использованный для определения весомости критериев и субкритериев при разработке методики оценки цифровой готовности промышленных предприятий; кластерный анализ, позволивший сгруппировать регионы Казахстана по уровню цифровой зрелости промышленных предприятий и выявить неоднородность их цифрового развития; метод стохастического анализа производственной границы (SFA), обеспечивший оценку уровня технической эффективности и выявление нереализованного цифрового потенциала регионов; методы графического моделирования и визуализации данных, примененные при построении

дендрограмм, тепловых карт, а также при разработке схем организационно-технологического механизма взаимодействия субъектов и объектов цифровых экосистем.

**Эмпирическая база исследования** сформирована на основе совокупности статистических материалов, результатов авторских исследований и информации из официальных источников, что позволило обеспечить комплексность, достоверность и репрезентативность анализа.

Значимую роль сыграли официальные данные Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан, а также материалы открытых источников и корпоративной отчетности промышленных компаний. Они позволили оценить динамику цифровой трансформации по регионам, отследить масштабы инвестиций в ИКТ, изменения в кадровой структуре, производственные показатели и степень вовлеченности предприятий в инновационные процессы.

Для сопоставления национальных тенденций с глобальными практиками были привлечены международные статистические индексы, включая Global Innovation Index (GII), Digital Economy and Society Index (DESI), Human Development Index (HDI). Их использование дало возможность выявить место Казахстана в международных рейтингах и определить направления, требующие приоритетного развития.

Отдельное направление эмпирической базы составили данные международной публикационной системы Web of Science, которые были подвергнуты наукометрическому анализу с применением программного комплекса VOSviewer. Это позволило выявить ключевые исследовательские тренды и подтвердить возрастающий интерес к проблематике цифровых экосистем в промышленности.

Важным дополнением стали практические примеры (кейс-стади) внедрения цифровых технологий на промышленных предприятиях Казахстана, что обеспечило апробацию предложенной методики оценки цифровой готовности. Данный материал позволил продемонстрировать применимость разработанного алгоритма в реальной практике и подтвердить его значимость для управленческих решений.

Для проведения кластерного анализа и стохастического анализа производственной границы (SFA) использовались данные региональной статистики, что позволило выявить неоднородность цифрового развития и определить резервы повышения эффективности цифровой продуктивности в промышленности.

**Научная новизна результатов диссертационного исследования** определяется полученными теоретическими и прикладными результатами, которые расширяют представления о сущности, структуре и перспективах развития цифровых экосистем промышленных предприятий в условиях цифровой трансформации экономики Казахстана. В рамках проведенной работы новизна проявляется в следующих положениях:

– раскрыта сущность цифровой экосистемы промышленного предприятия как интеграционной формы взаимодействия технологий, данных, сервисов и

субъектов, где центральное место занимает цифровая платформа. Сформулирована авторская интерпретация данного понятия, отражающая особенности промышленного производства и подчеркивающая адаптивность взаимодействий внутри экосистемы;

– были обобщены и структурированы теоретико-методологические основы изучения цифровых экосистем, определены их ключевые элементы - инфраструктурный, технологический, операционный, кадровый и клиентский, а также представлена концептуальная модель, отражающая особенности их взаимосвязи и функционирования;

– на базе наукометрического изучения международных публикаций, индексируемых в базе Web of Science, были определены основные исследовательские тренды и зафиксирована динамика интереса к проблематике цифровых экосистем в промышленной сфере. Впервые акцентировано внимание на том, что именно промышленный сектор начинает рассматриваться мировым научным сообществом как одно из приоритетных направлений цифровизации;

– разработана методика оценки уровня цифровой готовности промышленных предприятий ко внедрению и адаптации цифровых экосистем, включающая алгоритм расчета интегрального показателя с системой критериев и субкритериев. Предложенная методика отличается воспроизводимостью, универсальностью и возможностью адаптации к различным отраслям промышленности;

– выполнен кластерный анализ регионов Казахстана по уровню цифровизации промышленных предприятий, что позволило выявить неоднородность цифрового развития и выделить группы регионов-лидеров и регионов-аутсайдеров. Это обеспечило новое понимание территориальной специфики цифровой трансформации;

– впервые введен интегральный показатель «цифровой выпуск», который дает возможность в количественной форме определить влияние цифровизации на результаты промышленного производства и провести оценку цифровой продуктивности как отдельных предприятий, так и регионов;

– применен стохастический анализ производственной границы (SFA) для оценки технической эффективности промышленного сектора Казахстана, что позволило впервые определить масштабы нереализованного цифрового потенциала;

– разработан организационно-технологический механизм взаимодействия цифровых экосистем промышленных предприятий с внешними ИКТ-ресурсами. Он ориентирован на согласование процессов, интеграцию данных и повышение надежности функционирования цифровых систем;

– выявлены стратегически значимые векторы развития цифровых экосистем, предполагающие активное внедрение технологий искусственного интеллекта, цифровых двойников, блокчейна, анализа больших данных и облачных решений, а также их сопряжение с принципами устойчивого развития и практиками ESG;

– сформулированы прикладные рекомендации для повышения цифровой зрелости промышленных предприятий Казахстана, развития кадрового

потенциала и масштабирования платформенных решений в национальной промышленности.

**Основные положения диссертационного исследования, выносимые на защиту:**

1. Теоретико-методологическое обоснование сущности цифровых экосистем промышленных предприятий, в рамках которого представлена авторская интерпретация данного феномена как интеграции технологий, данных, сервисов и участников в едином пространстве взаимодействия. При этом обозначены ключевые признаки, позволяющие разграничить экосистемный подход и традиционные формы организации бизнеса.

2. Концептуальная модель цифровой экосистемы промышленного предприятия, в которой определены ее структурные компоненты (инфраструктурный, технологический, операционный, кадровый и клиентские блоки), а также раскрыты механизмы их взаимосвязи и влияние на устойчивость и результативность экосистемы.

3. Методический подход к оценке уровня цифровой готовности промышленных предприятий, включающий алгоритм расчета интегрального показателя на основе системы критериев и субкритериев, позволяющий обеспечить сопоставимость, воспроизводимость и прикладную применимость результатов диагностики.

4. Результаты эмпирического анализа состояния цифровизации промышленного сектора Казахстана, подтверждающие неоднородность регионального развития и выявленные с помощью кластерного анализа различия в уровнях цифровой зрелости промышленных предприятий.

5. Показатель «цифровой выпуск», введенный в научный оборот как инструмент количественной оценки вклада цифровизации в результаты промышленного производства, а также результаты стохастического анализа производственной границы (SFA), позволившие выявить значительный резерв роста цифровой продуктивности регионов Казахстана.

6. Организационно-технологический механизм взаимодействия промышленных цифровых экосистем с внешними информационно-коммуникационными ресурсами, обеспечивающий интеграцию и стандартизацию потоков данных, повышение устойчивости цифровой инфраструктуры и возможность масштабирования экосистемных решений.

7. Перспективные направления развития цифровых экосистем промышленных предприятий Казахстана, включающие внедрение искусственного интеллекта, цифровых двойников, блокчейн-технологий, Big Data и облачных решений, а также интеграцию принципов устойчивого развития и ESG-практик.

8. Практические рекомендации, направленные на повышение цифровой зрелости промышленных предприятий, развитие кадрового потенциала и создание условий для масштабного внедрения платформенных решений, ориентированных на формирование конкурентоспособных цифровых экосистем в национальной промышленности.

**Практическая значимость диссертационного исследования** заключается

в том, что его результаты могут быть непосредственно использованы как промышленными предприятиями, так и органами государственной власти при решении задач цифровой трансформации. Разработанный методический подход к оценке цифровой готовности обеспечивает возможность комплексной диагностики состояния предприятий и позволяет выявлять ключевые направления их модернизации. Применение интегрального показателя цифровой зрелости дает возможность формировать более обоснованные стратегические решения на уровне компаний, а также проводить сравнительный анализ регионов и отраслей для определения приоритетов государственной поддержки. Важным практическим результатом стало введение показателя «цифровой выпуск», который позволяет количественно оценить вклад цифровизации в результаты промышленного производства. Его использование расширяет инструментарий как корпоративного управления, так и национальной статистики, создавая основу для мониторинга эффективности цифровой трансформации. Разработанный организационно-технологический механизм взаимодействия цифровых экосистем со сторонними ИКТ-ресурсами может применяться для построения корпоративных цифровых платформ и интеграционных решений, обеспечивая устойчивость и согласованность экосистемных процессов.

Практическая ценность работы также проявляется в рекомендациях по повышению цифровой зрелости и развитию кадрового потенциала, что имеет непосредственное значение для предприятий, испытывающих дефицит цифровых компетенций. Результаты исследования могут использоваться в образовательной среде при разработке учебных курсов по цифровой экономике, инновационному менеджменту и стратегическому управлению, что способствует подготовке специалистов нового поколения. Таким образом, диссертация формирует прикладную базу, позволяющую не только оценивать текущее состояние цифровизации, но и определять стратегические ориентиры развития промышленных предприятий в условиях формирования цифровых экосистем.

**Достоверность и обоснованность результатов исследования** обеспечиваются целостностью выбранной методологической базы, комплексным использованием теоретических и эмпирических источников, а также применением апробированных аналитических инструментов. Надежность выводов подтверждается сочетанием качественных и количественных методов, что позволило рассмотреть исследуемую проблему с разных сторон и обеспечить репрезентативность полученных данных. Основой работы послужили данные официальной статистики Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан, международных баз Web of Science и глобальных индексов (HDI, GII, DESI). Применение разнообразных источников позволило минимизировать риски систематической ошибки и обеспечить корректность анализа.

Использование современных экономико-математических методов – кластерного анализа, стохастического анализа производственной границы (SFA), реализованных в программной среде RStudio и Python – придало исследованию высокий уровень объективности и воспроизводимости.

Практическая апробация предложенной методики оценки цифровой готовности на примере промышленных предприятий подтвердила ее применимость и универсальность. Кроме того, результаты исследования соотносятся с международными подходами к оценке цифровой зрелости и экосистемного развития, что усиливает их валидность и позволяет утверждать о высокой степени достоверности выводов. В совокупности это обеспечивает научную и практическую обоснованность полученных данных, а также подтверждает возможность их использования в дальнейших исследованиях и управленческой практике.

**Апробация результатов исследования.** Результаты диссертационного исследования нашли широкое освещение в научных публикациях: всего опубликовано 13 работ, в том числе 4 статьи в журналах, рекомендованных КОКСНВО МНВО РК; 1 статья в издании из перечня ВАК РФ; 3 статьи в журналах, индексируемых в базе Scopus, в том числе одна статья в журнале первого квартиля (Q1) с процентилем 90; 4 статьи в материалах международных конференций; 1 статья в материалах конференции, также индексируемой в базе Scopus. Кроме того, в соавторстве издана научная монография, что подчеркивает целостность и завершенность представленных научных результатов.

Полученные в диссертации результаты нашли отражение в докладах на международных конференциях, где были высоко оценены научным сообществом. Среди них: 7ая Международная научная конференция по инновациям в цифровой экономике: SPBPU IDE-2025 (Санкт-Петербург, 2025), «Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли» (Санкт-Петербург, 2023), «Advance Marketing Search» (Караганда, 2022), «Challenges in Science of Nowadays» (США, 2023), «Recent Scientific Investigation» (Норвегия, 2024) и другие международные площадки.

Апробация ключевых результатов диссертационной работы осуществлена в рамках реализации научно-исследовательского проекта грантового финансирования МНВО РК №AP19680223 «Разработка организационно-управленческого механизма адаптации цифровых экосистем в структуру бизнес-процессов промышленных предприятий Казахстана в условиях кастомизации и цифровой трансформации производства». Отдельные предложения автора нашли применение в деятельности Института исследований цифровой экономики (*Акт от 21 сентября 2025*), а также были использованы в практической работе ТОО «Бёмер Арматура» (*Акт № от 19 сентября 2025*), что подтверждает их прикладную ценность и возможность адаптации к условиям функционирования реальных промышленных предприятий.

**Структура и объем диссертации.** Структура диссертации включает введение, три главы, заключение и список литературы, насчитывающий 238 источников и три приложения. Общий объем исследования составляет 257 страниц, текст иллюстрирован 68 рисунками и дополнен 38 таблицами.

**Описание вклада докторанта в подготовку каждой публикации.**

1. Theoretical and practical approach to the essential characteristics and structure of digital ecosystems of industrial enterprises // *Economic Annals-XXI*. – 2023. – №205(9-10). – P. 14-33. Вклад докторанта – 65%.

2. Organizational and technological mechanism of interaction of subjects and objects of digital ecosystems of industrial enterprises with third-party information and communication resources and services // *Economic Annals-XXI*. – 2024. – №209(5-6). – P. 15-28. Вклад докторанта – 62%.

3. A Methodology for Assessing Digital Readiness of Industrial Enterprises for Ecosystem Adaptation: Evidence from Kazakhstan's Sustainable Industrial Transformation // *Sustainability*. – 2025. – №17(9763). – P. 1-53. Вклад докторанта – 60%.

4. Key aspects of digital transformation of logistics companies in Kazakhstan // *Bulletin of the Karaganda university. Economy series*. – 2022. – №3(107). – P. 96-103. Вклад докторанта – 63%.

5. Characteristics of the use of digital twins by industrial enterprises: the experience of foreign countries and Kazakhstan // *Bulletin of the Karaganda university. Economy series*. – 2023. – №2(110). – P. 111-122. Вклад докторанта – 65%.

6. Study of the features of the implementation of digital ecosystems by foreign industrial enterprises: the experience of the Russian Federation // *Herald of the Kazakh University of Economics, Finance and International Trade*. – 2023. – №3(52). – P. 326-335. Вклад докторанта – 60%.

7. Digital transformation of economy: the experience of Estonia and Denmark // *Herald of the Kazakh University of Economics, Finance and International Trade*. – 2024. – №3(56). – P. 185-195. Вклад докторанта – 62%.

8. Применение цифровых двойников в производственных процессах // *Advance Marketing Search: международная научно-практ. конференция, приуроченная к 50-летию кафедры маркетинга*. – Караганда, 2022. – С. 94-98. Вклад докторанта – 65%.

9. Industry 4.0: digitalization and robotization of industrial enterprises of Kazakhstan // *Challenges in science of nowadays: Proceedings of the 12th International Scientific and Practical Conference*. – Washington, 2023. – P. 18-26. Вклад докторанта – 65%.

10. Digitalization trends: the use of digital twins by industrial enterprises in Kazakhstan // *Recent Scientific Investigation: Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference*. – Oslo, 2024. – P. 8-17. Вклад докторанта – 65%.

11. Анализ бизнес-моделей промышленных предприятий Казахстана в разрезе основных видов деятельности в условиях современного экономического развития и цифровой трансформации // *Вестник академии знаний*. – 2023. – №5(58). – С. 515-525. Вклад докторанта – 62%.

12. International experience of adaptation and application of digital ecosystems by industrial enterprises and clusters // *BIO Web of conferences*. – 2024. – V.145, 04048. – P. 1-14. Вклад докторанта – 60%.

13. Особенности использования цифровых фабрик на промышленных предприятиях: опыт Казахстана // *Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли: сборник трудов Всероссийской научно-практ. и учебно-методич. конференции*. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 136-145. Вклад докторанта – 65%.

14. Формирование и развитие цифровых экосистем промышленных

предприятий Казахстана: организационно-управленческий аспект адаптации к кастомизированной цифровой трансформации // - Караганда: изд-во НАО «Карагандинский университет им. академика Е.А. Букетова», 2025. – 297 с. Вклад докторанта – 35%.

**В первой главе** «Теоретико-методологические основы формирования цифровых экосистем промышленных предприятий» автор изучает методологические подходы и концептуальные основы процессов формирования и развития цифровых экосистем промышленных предприятий в условиях перехода к Индустрии 4.0 и цифровой экономики. Систематизированы подходы к определению понятий «цифровая платформа» и «цифровая экосистема», выделены их отличительные признаки и взаимосвязи, показана роль цифровых экосистем в повышении эффективности и устойчивости промышленного сектора.

Сформулировано авторское определение цифровой экосистемы промышленного предприятия как интегрированной самоорганизующейся системы, объединяющей цифровые технологии, платформенные решения, интеллектуальные устройства и участников взаимодействия для оптимизации производственных процессов, развития инноваций и создания дополнительной ценности.

В силу отсутствия единых подходов среди исследователей к пониманию природы, структуры и характеристик цифровых экосистем, в общем, и, в частности касательно особенностей их адаптации в промышленном производстве, в работе был проведен наукометрический анализ публикаций, индексируемых в базе Web of Science, с использованием программы VOSviewer. В ходе анализа выявлены основные направления научных исследований в области цифровизации промышленности, включая внедрение искусственного интеллекта, Big Data, блокчейна и платформенных бизнес-моделей. Результаты анализа подтвердили смещение фокуса научного дискурса от изучения цифровых платформ к исследованию экосистемных моделей промышленного взаимодействия.

Далее автором систематизированы подходы к классификации цифровых экосистем, а также приведено описание видов, моделей и структурных компонентов цифровых бизнес-экосистем промышленных предприятий. Проведён обзор международного опыта формирования цифровых экосистем в ведущих экономиках мира США, Германия, Китай, Япония, а также Дании, Эстонии, Франции и России, что позволило выделить эффективные механизмы взаимодействия государства, бизнеса и науки при цифровой трансформации промышленности.

Осуществлен сравнительный анализ зарубежных методик оценки цифровой зрелости предприятий (McKinsey, KPMG, PwC, Forrester, MIT Center for Digital Business и др.) к диагностике уровня цифровизации и сформулирован вывод о том, что существующие модели, как правило, фокусируются на отдельных аспектах цифровизации (технологических или управленческих) и не учитывают системный характер экосистемных взаимодействий. В результате обоснована необходимость перехода к интегрированным системам оценки и управления

цифровыми экосистемами. В этой связи разработана авторская методика оценки уровня цифровой готовности промышленных предприятий к внедрению цифровых экосистем, охватывающих стратегические, технологические, организационные, кадровые и инфраструктурные параметры цифрового развития, и обеспечивает возможность проведения сопоставимых количественных оценок. Методика включает в себя систему критериев и субкритериев, алгоритм расчета интегрального показателя и шкалу интерпретации полученных результатов и обеспечивает возможность проведения сопоставимых количественных оценок.

Таким образом, первая глава формирует теоретико-методологическую базу дальнейшего исследования, обеспечивая взаимосвязь между теоретическими положениями, аналитическими инструментами и практическими механизмами формирования и развития цифровых экосистем промышленного сектора Казахстана.

**Во второй главе** «Анализ формирования и функционирования цифровых экосистем промышленных предприятий Казахстана» проведён комплексный анализ фактического состояния цифровой трансформации промышленного сектора Казахстана, направленное на выявление тенденций, закономерностей и структурных особенностей формирования цифровых экосистем промышленных предприятий.

На основе статистических данных и авторских расчётов охарактеризовано современное состояние цифровизации промышленности, выявлены отраслевые и региональные различия в уровне цифровой зрелости. Установлено, что цифровая трансформация развивается неравномерно: наибольших успехов достигли предприятия обрабатывающей промышленности и крупные корпорации, тогда как малые и средние компании демонстрируют низкий уровень цифровой активности.

Региональный анализ показал выраженную асимметрию цифрового развития: лидерами стали Костанайская, Карагандинская, Актюбинская и Улытауская области, в то время как ряд территорий сохраняет низкие показатели цифровизации. С помощью кластерного анализа, выполненного в программной среде RStudio и Python по совокупности показателей цифровой трансформации, инновационной активности, инвестиций и развития цифровой инфраструктуры, регионы Казахстана сгруппированы в три кластера, отражающих различные уровни цифровой зрелости: кластер I – включает города Астана и Алматы, характеризующиеся наивысшими значениями цифровых и инновационных показателей; кластер II – представлен Атырауской областью, отличающейся высокой инвестиционной активностью и значительным уровнем цифровизации промышленности; кластер III – объединяет большинство регионов страны, находящихся на стадии постепенного формирования цифровых экосистем. Результаты кластерного анализа подтвердили существование структурной неоднородности цифрового развития и позволили обосновать типологию регионов по уровню цифровой зрелости промышленности.

На основе сравнительного анализа бизнес-моделей ведущих предприятий (ТОО«Казахмыс Holding», АО«Qarmet», АО НАК «Казатомпром»и др.)

выявлены ключевые направления внедрения цифровых платформ и экосистемных решений.

В целях демонстрации работоспособности методики оценки уровня цифровой готовности промышленных предприятий к внедрению и адаптации цифровых экосистем была проведена апробация на примере промышленных предприятий ТОО «Бёмер Арматура» и Группа «Казахмыс», различающихся по масштабу и особенностям производственной деятельности. Такой подход позволяет выявить потенциал предложенного инструмента как для компаний среднего уровня, так и для крупных промышленных структур. Рассчитанные интегральные показатели составили 0,8005 и 0,8026 соответственно, что позволяет отнести данные предприятия к группе с выраженным высоким потенциалом в сфере цифровой трансформации. Полученные значения подтверждают, что основные компоненты цифровизации уже интегрированы в систему управления и производственную практику организаций. Несмотря на различие в организационной структуре и ресурсной базе, оба предприятия демонстрируют внимание к вопросам стратегического планирования, модернизации инфраструктуры, подготовке кадров и внедрению цифровых инструментов в управленческую практику. При этом разница по отдельным блокам указывает на то, что для корпорации «Казахмыс» более характерна масштабность и системность процессов, а для ТОО «Бёмер Арматура» - гибкость и способность к адаптации.

Особо следует отметить, впервые введенный в научный оборот показатель «цифровой выпуск», отражающего вклад цифровизации в производственные результаты. Его использование в сочетании с методом стохастического анализа производственной границы (SFA) позволило впервые выявить уровень цифровой продуктивности и определить резервы повышения эффективности промышленного сектора Казахстана. Важно заметить, что «Цифровой выпуск» не является официальным статистическим индикатором, а вводится как аналитический инструмент, позволяющий оценить интегральный эффект цифровизации на промышленное производство. Это особенно важно в условиях, когда цифровая трансформация рассматривается как ключевой фактор повышения производительности и конкурентоспособности экономики. Индикатор рассчитывается по формуле:

$$Y_i^{dig} = manif\_output_i \times \frac{digital\_tech\_use\_share_i}{100},$$

где  $Y_i^{dig}$  – цифровой выпуск в  $i$ -регионе;

$manif\_output_i$  – объем обрабатывающей промышленности в млрд. тенге;

$digital\_tech\_use\_share_i$  – доля предприятий обрабатывающей промышленности, использующих цифровые технологии в  $i$ -регионе.

Результаты стохастического анализа производственной границы (SFA) подтвердили наличие значительной межрегиональной неоднородности по уровню использования цифровых технологий и степени реализации цифрового потенциала. Лидирующие позиции занимают следующие регионы: Костанайская

область, Алматинская область, Ақмолинская область, Карагандинская область и Павлодарская область, где коэффициент технической эффективности превышает 70%, достигая максимального значения в Костанайском регионе 99,6%. Для этих территорий характерен минимальный «зазор до фронта» (от 0,4% до 29,7%), что указывает на высокую степень реализации потенциала цифрового выпуска.

В противоположность им, на нижних позициях оказались следующие регионы: Жетысуская область, Северо-Казахстанская область, Мангистауская область, Атырауская область и Западно-Казахстанская область, где значения ТЕ не превышают 15%. В частности, минимальный показатель зафиксирован в Жетысуском регионе (4,9%), что соответствует нереализованному резерву свыше 95%. Это свидетельствует о том, что промышленный результат в данных регионах по-прежнему формируется преимущественно за счет традиционных технологий, а возможности цифровизации используются крайне ограниченно.

Результаты такой асимметрии демонстрируют, что для ряда регионов необходимы целевые меры по преодолению организационных и кадровых ограничений, а также по повышению качества и направленности цифровых инвестиций. В совокупности рассчитанные коэффициенты технической эффективности (ТЕ) формируют эмпирическую основу для выделения приоритетных регионов и разработки адресных инструментов государственной политики, направленной на ускорение цифровой трансформации промышленности.

Результаты второй главы сформировали эмпирическую основу диссертационного исследования, позволив обосновать необходимость перехода промышленности Казахстана к экосистемной модели цифрового взаимодействия и заложить базу для дальнейшей разработки концептуальной модели цифровой экосистемы и организационно-технологического механизма функционирования цифровых экосистем, представленных в третьей главе.

**В третьей главе** «Перспективы развития цифровых экосистем промышленных предприятий Казахстана» автором предложена авторская концептуальная модель цифровой экосистемы промышленного предприятия, включающая пять взаимосвязанных структурных блоков: инфраструктурный, обеспечивающий технологическую и коммуникационную основу; технологический, включающий цифровые платформы, ИКТ-инструменты и системы обработки данных; операционный, отражающий цифровизацию производственных процессов, интеграцию оборудования, применение промышленных IoT-решений, систем мониторинга и управления; кадровый, ориентированный на развитие цифровых компетенций; клиентский, обеспечивающий взаимодействие с потребителями, персонализацию сервисов, использование цифровых каналов коммуникации и вовлеченность конечных пользователей в экосистему предприятия. Модель раскрывает внутреннюю логику взаимодействия структурных компонентов, что формирует теоретическую основу для анализа устойчивости, адаптивности и эффективности цифровых систем управления промышленными предприятиями.

Особую значимость представляет авторская концепция организационно-технологического механизма взаимодействия субъектов цифровых экосистем с

внешними ИКТ-ресурсами, и его авторское определение – как системы взаимосвязанных компонентов цифровой экосистемы, основанной на комплексе применяемых инструментов, принципов и методов управления, организационных и технологических рычагов воздействия для регулирования работы с внешними ИКТ и сервисами и плодотворного сотрудничества между субъектами и объектами цифровой экосистемы промышленных предприятий.

Разработанный организационно-технологический механизм играет ключевую роль в обеспечении координации и синергии между всеми участниками и ресурсами цифровой экосистемы, и основываясь на активном внедрении и адаптации новейших ИКТ и сервисов, в первую очередь, позволяет промышленным предприятиям:

- оптимизировать производственные и управленческие процессы за счет использования передовых ИКТ-решений, позволяющие автоматизировать обмен данными и координировать действия с партнерами;

- обеспечить устойчивое развитие и масштабируемость посредством интеграции технологий, способствующие легкой адаптации экосистемы к новым партнерам, рынкам и изменениям в бизнес-среде;

- снизить затраты на ИТ за счет использования облачных технологий и внешних сервисов;

- повысить кибербезопасность при помощи многоуровневой защиты, интеграции с внешними защитными сервисами.

- повышать степень удовлетворенности продукцией / услугами конечных потребителей,

- достигать целей стратегического развития промышленного предприятия.

Автором по итогам третьей главы разработаны практические рекомендации, направленные на развитие цифровых экосистем промышленных предприятий Казахстана и успешную адаптацию технологий Индустрии 4.0. Обоснована необходимость формирования системы непрерывного обучения персонала, развития цифровых компетенций и подготовки кадров к условиям автоматизации и роботизации производства. Особое внимание уделено трансформации организационной структуры предприятий, внедрению гибких форм занятости и цифровых инструментов управления.

Рекомендовано внедрение активного использования технологий промышленного интернета вещей (IIoT), анализа больших данных, цифровых двойников, цифровых фабрик и промышленных роботов для повышения производительности, точности и устойчивости производственных процессов.

Подчеркнута значимость развития национальной технологической инфраструктуры, в том числе дата-центров и систем кибербезопасности, соответствующих международным стандартам.

Предложено усиление взаимодействия промышленных предприятий с университетами, научными организациями и инновационными стартапами в сфере искусственного интеллекта, машинного обучения, блокчейна и робототехники, а также развитие международного сотрудничества для обмена лучшими практиками цифровизации.

В заключение, следует отметить, что, успешное формирование цифровых экосистем требует стратегического подхода, включающего проектирование экосистем, стратегии партнерства и интеграцию инновационных технологий Индустрии 4.0. В Республике Казахстан формирование таких экосистем должно опираться на международное сотрудничество, развитие отечественной науки, увеличение вклада в НИОКР и привлечение инвестиций, что обеспечит повышение конкурентоспособности и устойчивый рост национальной промышленности.

Диссертант



Б.Ш. Кульжамбекова