

ВЕКТОРЫ УСКОРЕНИЯ СМАРТ-ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Э. Р. Аблитаров, А. О. Каминская, М. Ю. Дементьев

Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского,
Россия, 295007, Республика Крым, г. Симферополь, пр. Академика Вернадского, 4

В статье сформулировано авторское определение смарт-индустриализации как целостной трансформации промышленного производства на базе цифровых технологий, данных и инноваций. Обобщен опыт применения кибер-физических систем и индустриального Интернета вещей для создания динамических цифровых двойников, обеспечивающих в реальном времени мониторинг и оптимизацию производственных процессов.

Определены ключевые векторы ускорения смарт-индустриализации предприятия: технологический (внедрение Internet of Things), искусственного интеллекта и предиктивного обслуживания), организационно-управленческий (применение Agile и Lean 4.0), кадрово-образовательный (непрерывное обучение и переквалификация) и экосистемный (взаимодействие в Point-to-Point Protocol и отраслевых консорциумах). Выявлены основные барьеры: высокие капитальные затраты, несовершенная ИТ-инфраструктура, дефицит квалифицированных кадров и отсутствие единой стратегии.

Предложены меры преодоления через поэтапные проекты «быстрых побед» для демонстрации эффективности, модульную модернизацию ИТ-инфраструктуры и формирование цифровых центров экспертизы. Установлено, что комплексная реализация обозначенных направлений позволит предприятиям значительно сократить сроки достижения результатов, повысить гибкость и устойчивость производства и укрепить технологический суверенитет на глобальных рынках.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, смарт-индустриализация, цифровая трансформация, бизнес, киберфизические системы, экосистема, цифровая инфраструктура, технологический суверенитет.

Для цитирования: Аблитаров Э. Р., Каминская А. О., Дементьев М. Ю. Векторы ускорения смарт-индустриализации предприятия // Омский научный вестник. Сер. Общество. История. Современность. 2025. Т. 10, № 4. С. 127–133. DOI: 10.25206/2542-0488-2025-10-4-127-133. EDN: KNNJZU.



© Аблитаров Э. Р., Каминская А. О., Дементьев М. Ю., 2025.
Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

VECTORS FOR ACCELERATING ENTERPRISE SMART-INDUSTRIALISATION

E. R. Ablitarov, A. O. Kaminskaya, M. Yu. Dementyev

V. I. Vernadsky Crimean Federal University,
Russia, Republic of Crimea, Simferopol, Vernadskogo Ave., 4, 295007

The article articulates an original definition of smart industrialisation as a holistic transformation of manufacturing driven by digital technologies, data and innovation. It synthesises experience with cyber-physical systems and the Industrial Internet of Things in the creation of dynamic digital twins, which enable real-time monitoring and optimisation of production processes. The key acceleration vectors for enterprise smart industrialisation are identified as: the technological vector (deployment of Internet of Things, artificial intelligence and predictive maintenance); the organisational-managerial vector (adoption of Agile methodologies and Lean 4.0); the human-capital and educational vector (continuous training and reskilling); and the ecosystem vector (engagement in public-private partnerships and industry consortia). Major barriers are shown to include high capital expenditures, underdeveloped IT infrastructure, a shortage of qualified specialists and the absence of a unified strategy. To address these challenges, the paper proposes phased «quick-win» projects to demonstrate value, modular modernisation of IT infrastructure and the establishment of digital centres of excellence. It is demonstrated that the integrated implementation of these vectors can markedly shorten time-to-impact, enhance production agility and resilience, and bolster technological sovereignty in global markets.

Keywords: Industry 4.0, smart industrialization, digital transformation, manufacturing, cyber-physical systems, innovation ecosystem, IT infrastructure, technological sovereignty.

For citation: Ablitarov E. R., Kaminskaya A. O., Dementyev M. Yu. Vectors for accelerating enterprise smart-industrialisation. *Omsk Scientific Bulletin. Series Society. History. Modernity.* 2025. Vol. 10, no. 4. P. 127–133. DOI: 10.25206/2542-0488-2025-10-4-127-133. EDN: KNNJZU.



© Ablitarov E. R., Kaminskaya A. O., Dementyev M. Yu., 2025.
The content is available under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

Постановка проблемы

На рубеже четвертой промышленной революции радикально изменяются организационно-управленческие аспекты деятельности субъектов хозяйствования. Необходимость перехода к пятой промышленной революции и внедрения «смарт»-парадигмы — совокупности принципов самонастройки, самоадаптации, автономной конфигурации и самоконтроля системы — формирует смарт-предприятия — киберфизические производственные системы, первичные элементы смарт-индустрии, которые с помощью промышленного Интернета вещей в режиме реального времени отслеживают, моделируют, оптимизируют и контролируют производственные процессы и работу персонала [1, с. 311]. Однако существующие подходы к цифровой трансформации носят фрагментарный характер: они не обеспечивают согласованного учета технологических, организационно-управленческих, кадровых и экосистемных факторов, что затрудняет ускоренное развертывание смарт-индустриализации и приводит к «эффекту пилотной ловушки», когда локальные инициативы не масштабируются на все производство.

Решение обозначенной проблемы приобретает стратегическую важность в условиях усиливающейся глобальной конкуренции и роста неопределенности на мировых рынках, где способность предприятий быстро интегрировать технологии Индустрии 4.0 становится критическим фактором их конкурентоспособности и технологического суверенитета страны. Дефицит комплексных исследований, раскрывающих взаимосвязь между векторами ускорения смарт-индустриализации и барьерами ее реализации, обуславливает необходимость разработки методологически цельной модели, которая позволит предприятиям выстраивать эффективные «дорожные карты» цифровой трансформации, минимизируя издержки и сокращая сроки достижения экономических эффектов, что и обуславливает актуальность работы.

Анализ последних исследований и публикаций

Ведущие исследования по смарт-деятельности предприятия сосредоточены на уточнении понятийной базы и выявлении ключевых характеристик. Так, Д. С. Лавринов [1] выявил роль киберфизических систем в организации «умного» производства, а И. Н. Башинская и соавторы [2] предложили модель оценки устойчивости проектов цифровой трансформации. Т. В. Мезина [3] выделила ключевые предпосылки внедрения концепции Индустрии 4.0, а А. Ф. Дасив с соавторами [4] предложил модель цифровой (программно-информационной) среды для «умной» промышленности. В отчете экономической комиссии ООН для Африки [5] смарт-

индустриализация трактуется как инструмент торговой и инновационной политики, тогда как С. А. Грязнов [6] сформулировал принципы полностью интегрированных производственных систем.

Несмотря на существующие наработки, большинство исследований носит фрагментарный характер и не дает цельного понимания взаимосвязи между технологическими, организационно-управленческими, кадровыми и экосистемными факторами. А. Н. Сусанто и соавторы [7] подчеркивают недостаток комплексных моделей зрелости Индустрии 4.0, Э. М. Азизова [8] и Г. С. Мерзликина [9] отмечают разрыв между внедрением инноваций и оценкой их экономической эффективности, а материалы рейтинговых агентств [10] и отчеты международной консалтинговой компании «McKinsey» [11] демонстрируют «эффект пилотной ловушки» при локальных внедрениях.

А. В. Бабкин и соавторы [12] и Е. Н. Стрижакова [13] предложили методики диагностики цифровой зрелости, но и они требуют дальнейшей интеграции в полноценные «дорожные карты» смарт-индустриализации.

Целью статьи является выявление векторов ускорения смарт-индустриализации предприятия.

Изложение основного материала

В отечественном научном дискурсе сущностное осмысление категории «смарт-индустриализация» характеризуется тенденцией к неоправданному агрегированию, в результате которого нивелируется многообразие ее прикладных модификаций (смарт-фабрики, смарт-логистика, смарт-снабжение и др.). Указанная редукция обусловлена ограниченной степенью распространения и апробации соответствующих технологических решений в национальном промышленном комплексе, а также некритичным заимствованием англоязычного термина «smart industrialization» без лингвистико-концептуальной адаптации. Вследствие этого происходит концептуальное смешение рассматриваемой категории с традиционными моделями модернизации и цифровизации производства, что осложняет идентификацию ее специфических признаков и усиливает методологический разрыв между целостным видением смарт-индустрии и применяемыми научно-практическими подходами к индустриальному развитию. В табл. 1 представлены подходы к рассматриваемой категории.

Представленные подходы сходятся в том, что смарт-индустриализация связана с новым этапом промышленного развития на основе цифровых и интеллектуальных технологий. Авторами подчеркивается переход от традиционных промышленных моделей к «умным» — основанным на данных, знаниях и гибких инновациях. Общими чертами определений являются интеграция информационно-

Таблица 1. Дефиниция категории «смарт-индустриализация»
 Table 1. Definition of the "smart industrialization" category

Автор	Определение категории «смарт-индустриализация»
И. Башинская, С. Мухамеджанулы, Ю. Малиновская и др.	— «это целенаправленное внедрение новейших достижений в инновационную сферу промышленного предприятия для эффективного использования ресурсов, повышения синергетической эффективности всех бизнес-процессов и достижения поставленных целей в краткосрочной и долгосрочной перспективе в условиях постоянных изменений среды. Другими словами, смарт-индустриализация предполагает не просто использование ИТ, а новый подход к организации всей деятельности предприятия» [2, с. 3]
Т. В. Мезина	— «это современная «новая индустриализация», которая является знаниемкой и интеллектуальной; преобладание высококвалифицированного человеческого капитала и широкое использование результатов науки и инноваций в производстве [3, с. 45]
А. Ф. Даисив, А. А. Мадых, А. А. Охтень	— «это процесс промышленного развития, при котором модернизация производственной базы сопровождается созданием цифровой (программно-информационной) среды для «умной» промышленности» [4, с. 109]
Экономическая комиссия ООН для Африки	— «это способ задействовать торговую политику для стимулирования промышленного развития и увеличения добавленной стоимости» [5, с. 4]
С. А. Грязнов	— «это полностью интегрированная, совместно функционирующая производственная система, способная в реальном времени реагировать на изменяющиеся потребности и условия — как внутри предприятия, так и в цепочке поставок и в запросах клиентов» [6, с. 199]

Составлено автором
 Compiled by the author

коммуникационных технологий в промышленность, повышение эффективности и адаптивности производств, а также опора на высококвалифицированные кадры и знания.

Различия в подходах проявляются в акцентах: одни авторы делают упор на технологический аспект — внедрение киберфизических систем, Internet of Things, автоматизации (определения через призму Индустрии 4.0 и «умных фабрик»). Другие — на организационно-экономический аспект: управление инновациями и ресурсами, синергия процессов и создание цифровой инфраструктуры на уровне предприятий и экономики в целом. Есть и политико-стратегический акцент: в контексте развивающихся стран смарт-индустриализация рассматривается как умное использование торговой и инновационной политики для индустриального рывка (вместо устаревших протекционистских мер). Тем не менее все подходы подразумевают качественный скачок промышленности за счет «умных» решений.

Исходя из вышеизложенного, смарт-индустриализация — это формат индустриального развития, при котором промышленное производство кардинально модернизируется на основе цифровых технологий, данных и инноваций, обеспечивая высокую адаптивность, эффективность и устойчивость промышленной системы. С научно-методической точки зрения, смарт-индустриализацию можно представить как синтез Индустрии 4.0 (кибер-физические системы, IoT, искусственный интеллект, большие данные) с концепцией устойчивого и знаниемкого роста. В результате смарт-индустриализация означает целостную трансформацию индустрии: от способов производства и бизнес-моделей до структуры занятости — с упором на постоянное обучение, инновации и интеграцию всех элементов в единые умные сети. Такой подход методически обоснован теориями технологических укладов и инновационного развития: переход к шестому технологическому укладу, формирование «умных» производственных систем и экосистем подтверждает, что смарт-индустриализация представляет собой новую стадию индустриального прогресса, где главными

факторами являются информация, интеллект и интеграция процессов.

К характерным чертам смарт-производства относятся децентрализация управления, сквозная цифровизация процессов, роботизация и автономные операции, непрерывный обмен данными между людьми, оборудованием и системами, а также высокая адаптивность к изменениям среды [7, с. 339]. Их совместное воплощение позволяет превратить традиционное производство в интеллектуальное пространство, где весь цикл — от поступления сырья до выпуска продукции — прозрачен и управляем в режиме реального времени. Так, благодаря точному мониторингу активов, использованию искусственного интеллекта и цифровых платформ, организация может достичь полной видимости и контроля производственного процесса [8, с. 52]. В табл. 2 проиллюстрированы ключевые различия между традиционной индустриализацией и смарт-индустриализацией, подчеркивая преимущества последней.

Как видно из табл. 2, смарт-индустриализация обеспечивает принципиальные улучшения. Умное производство экономит ресурсы, осуществляет постоянный мониторинг процессов и анализ данных, улучшает качество продукции и оптимизирует планирование, максимально автоматизируя операции. В результате достигается сокращение простое и времени обслуживания оборудования, рост производительности труда, снижение издержек и увеличение прибыли предприятия. Кроме того, цифровизация производства открывает новые возможности в разрезе качества: ускоряется выход продукции на рынок, улучшается обслуживание клиентов за счет индивидуализации и снижения доли брака, повышается безопасность труда и экологичность за счет более эффективного использования ресурсов [9, с. 26]. Таким образом, смарт-предприятие становится источником устойчивого конкурентного преимущества за счет интеграции инноваций в бизнес-модель.

Однако, несмотря на очевидные преимущества, переход от традиционного производства к смарт-индустриализации сталкивается с серьезными вызо-

Таблица 2. Сравнительный анализ традиционной и смарт-индустриализации предприятия
Table 2. Comparative analysis of traditional and smart industrialization of the enterprise

Аспект	Традиционная индустриализация	Смарт-индустриализация (умное производство)
Управление производством	Централизованное, иерархическое управление	Децентрализованное, гибкое управление с помощью цифровых систем
Использование данных	Ограниченнная, ретроспективная отчетность	Постоянный сбор Big Data, аналитика в реальном времени для решений
Автоматизация и технологии	Частичная автоматизация, разрозненные ИТ-системы	Полная интеграция ИИ, IoT, роботов (киберфизическая система)
Гибкость и кастомизация	Массовое производство, низкая адаптивность	Персонализация продукции, быстрое перенастроение под спрос
Кадры и компетенции	Традиционные рабочие специальности, ручной труд	Цифровые навыки, человек-машина сотрудничество, переподготовка персонала
Эффективность и качество	Ограниченный контроль, более высокий уровень брака	Проактивный контроль качества, предиктивное обслуживание, минимизация брака
Реакция на изменения	Медленная (постфактум корректировки)	Быстрая адаптация на основе данных и автономных решений
Результат для бизнеса	Экономия на масштабе, но инерционность изменений	Повышенная производительность, снижение затрат, рост прибыли

Составлено автором
Compiled by the author

вами и барьерами. Во многих организациях процесс цифровой трансформации происходит медленными темпами и фрагментарно [10]. Промышленность остается относительно консервативной и капиталоемкой сферой, где высоки требования к безопасности и надежности, поэтому предприятия осторожно внедряют новшества, предпочитая точечные решения. Такой подход приводит к упущененной выгоде: без комплексного внедрения современных цифровых инструментов по всей цепочке создания стоимости компании теряют потенциальную эффективность.

К ключевым факторам, тормозящим внедрение Индустрии 4.0, относятся технологические, экономические и организационно-социальные барьеры [11]. Технологические препятствия включают недостаточную готовность ИТ-инфраструктуры и производственного оборудования, проблемы совместимости новых решений с устаревшими (наследуемыми) системами, а также риски информационной безопасности и конфиденциальности данных. Кроме того, многим предприятиям не хватает отраслевых стандартов и референтных архитектур для интеграции разнородных цифровых компонентов.

Экономические барьеры связаны с высокими первоначальными инвестициями и неопределенностью окупаемости: дорогостоящие технологии не дают мгновенной отдачи, затрудняя обоснование вложений [12, с. 92]. Предприятия опасаются значительных расходов при неясных результатах, особенно малый и средний бизнес. Важно подчеркнуть: именно экономические ограничения формируют первичный барьер, определяющий саму возможность запуска программ цифровой модернизации. Пока не устранена неопределенность финансовой отдачи, любые инициативы остаются второстепенными и, как правило, не получают поддержки руководства.

Организационно-кадровые факторы включают сопротивление персонала переменам и риск автоматизации, дефицит квалифицированных специалистов по цифровым технологиям, недостаток знаний и понимания концепции Индустрия 4.0 на уровне менеджмента. Нередко отсутствует системная стра-

тегия цифровой трансформации и поддержка высшего руководства, из-за чего пилотные проекты остаются локальными инициативами и не масштабируются на всю организацию [13, с. 33]. Согласно данным консалтинговой компании «McKinsey», «...типичными критическими барьерами является как раз нехватка понимания и компетенций, недостаток кадров и отсутствие отраслевых стандартов для новых технологий» [11]. В результате многие предприятия застревают в состоянии «пилотного проекта», не переходя к полномасштабной трансформации производства. В табл. 3 обобщены основные препятствия на пути смарт-индустриализации и предлагаемые подходы к их нивелированию.

Преодоление указанных барьеров требует комплексного подхода, сочетающего управленческие, организационные и технологические меры. Необходимо, с одной стороны, обеспечить экономическую и кадровую готовность к изменениям, с другой — минимизировать технологические риски. Для компенсации высоких издержек целесообразно реализовывать пилотные проекты ограниченного масштаба с расчетом показателей эффективности, а затем тиражировать успешные решения на все производство [14, с. 100]. Одновременно нужно инвестировать в обучение персонала и привлечение экспертов: без компетентных кадров новые системы не смогут быть полноценно эксплуатированы. Организация внутренних центров экспертизы, партнерство с вузами и запуск программ повышения квалификации работников — эффективные шаги в этом направлении [15, с. 40]. Управленческие механизмы также включают формирование культуры инноваций и изменений: важно преодолеть сопротивление сотрудников через их вовлечение в проекты, разъяснение выгод и поддержку на всех уровнях.

После создания необходимых условий возникает задача: определить векторы ускорения смарт-индустриализации — ключевые направления, по которым предприятие должно двигаться, чтобы максимально быстро и эффективно перейти к умному производству. На рис. 1 отражены такие векторы, базирующиеся на стратегических решениях.

Таблица 3. Факторы, препятствующие смарт-индустриализации, и меры по их устранению
Table 3. Factors hindering smart industrialization and measures for their elimination

Препятствующий фактор	Влияние на внедрение	Подходы к преодолению (решения)
Высокие затраты и высокий срок окупаемости	Ограничение инвестиций в цифровизацию, ожидание быстрой окупаемости	Разработка этапных проектов с «быстрыми победами» для демонстрации эффекта; привлечение господдержки, налоговых льгот и механизмов государственно-частного партнерства для снижения финансовой нагрузки
Нехватка компетенций и кадров	Недостаток специалистов по ИИ, данным, IoT; сопротивление персонала новым технологиям	Программы обучения и переквалификации сотрудников, внедрение системы управления изменениями
Несовершенная ИТ-инфраструктура	Устаревшее оборудование не поддерживает новые технологии; разрозненность данных	Модернизация инфраструктуры по модульному принципу; использование промежуточных платформ интеграции и стандартов для совместимости; поэтапная замена оборудования
Отсутствие единой стратегии и поддержки	Цифровые инициативы не согласованы, отсутствие лидерства и видения	Формирование цифровой стратегии предприятия «сверху вниз»; активное участие руководства в проекте; создание отдельного подразделения по цифровой трансформации или должности CDO (Chief Digital Officer)
Опасения киберрисков и сбоя производства	Риск утечки данных, атак и непредсказуемых остановок при внедрении новых систем	Внедрение современной системы кибербезопасности, резервирование и отказоустойчивость; пилотное тестирование в контролируемых условиях; разработка регламентов и стандартов безопасного внедрения

Составлено автором
Compiled by the author

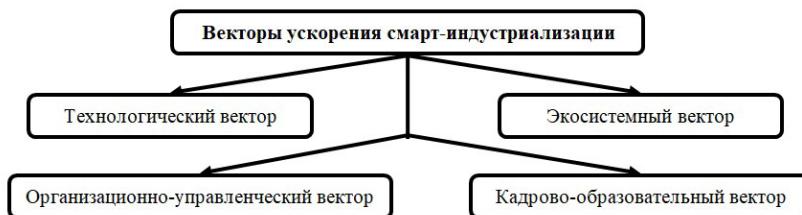


Рис. 1. Векторы ускорения смарт-индустриализации предприятия

Составлено автором

Fig. 1. Acceleration vectors for smart industrialization of enterprises

Compiled by the author

Рассмотрим представленные направления подробнее.

1. Технологический вектор. Предприятие форсирует внедрение передовых технологий Индустрии 4.0, но делает это продуманно, исходя из стратегических приоритетов. Выбираются наиболее перспективные случаи применения (предиктивное обслуживание оборудования, цифровой двойник для оптимизации процессов, интеллектуальная система управления складом и цепочкой поставок). Практика смарт-фабрик показывает, что «...правильный выбор и комбинация таких пилотов, усиливающих эффект друг друга, критически важен» [7]. Далее осуществляется масштабирование: переход от единичных решений к интегрированной платформе. Современные предприятия строят единую цифровую экосистему (платформу), куда подключены станки, датчики, роботы, системы планирования и аналитики. Это обеспечивает синергетический эффект — данные свободно циркулируют между всеми узлами, приводя к появлению новых знаний и оптимизаций. В рамках технологического вектора важно также совершенствование процессов интеграции — применение стандартов Индустрии 4.0 (например, RAMI 4.0, MQTT, OPC UA) для бесшовного соединения оборудования разных производителей. Использование облачных и edge-вычислений,

сетей 5G для сверхбыстрой связи — все это ускоряет переход на новый уровень технической оснащенности производства.

2. Организационно-управленческий вектор. Ведущие предприятия внедряют гибкие методологии управления проектами и производством — Agile, бережливое производство в сочетании с цифровыми инструментами (концепция Lean 4.0). Это позволяет быстрее реализовывать инновации и адаптироваться к изменениям. Структура управления трансформируется от жесткой иерархии к сетевой модели: создаются межфункциональные команды, объединяющие ИТ-специалистов, инженеров и бизнес-экспертов для совместной работы над цифровыми инициативами. Появляются новые роли — директор по данным, аналитики данных, специалисты по ИИ, менеджеры по цифровым продуктам. В рамках этого направления пересматриваются бизнес-процессы: упраздняются избыточные звенья, вводятся цифровые каналы взаимодействия. Меняются и подходы к управлению производительностью: акцент смещается с контроля к проактивному принятию решений на основе аналитических инсайтов. Таким образом, организационный вектор обеспечивает, чтобы новые технологии не просто внедрялись, но и эффективно приживались, поддержаные правильной структурой и управленческими процессами.

3. Кадрово-образовательный вектор. Предприятие выстраивает систему непрерывного обучения сотрудников цифровым навыкам — от рабочих до менеджеров. Вводятся образовательные программы по работе с данными, основам программирования, методам бережливого производства с применением ИТ, безопасности в киберсреде и т. д. Также важна культура инноваций: руководство стимулирует инициативы «снизу», поощряет эксперименты и предложения работников по улучшению через цифровизацию. Формируются сообщества практик и пилотные площадки, где сотрудники могут опробовать новые технологии в небольшом масштабе. Инвестиции в интеллектуальный капитал дают эффект не сразу, но именно подготовленный становится движущей силой изменений.

4. Экосистемный вектор. Одно из направлений — участие в отраслевых экосистемах и консорциумах по развитию цифровых решений. В Европе и мире распространена практика государственных и частных партнерств (PPP) в формате инициатив «Фабрика будущего», Индустрия 4.0 Alliance и др., где бизнес, университеты и государство совместно работают над технологиями [7]. Для предприятия доступ к таким программам означает возможность получать экспертизу, софинансирование и готовые решения. Это приносит передовые технологии «под ключ» и снижает время внедрения. Таким образом, открытая инновационная экосистема значительно ускоряет его движение к статусу «умного предприятия».

Важно подчеркнуть, что представленные векторы развития не действуют изолированно — максимальный эффект достигается при их комплексной реализации. В совокупности они формируют стратегию стремительного перехода к умному производству.

Исходя из вышеизложенного, можно констатировать следующие выводы.

1. Векторы ускорения смарт-индустриализации — это ориентиры, следуя которым предприятие последовательно устраняет барьеры и развертывает умное производство. В результате проведенного анализа выделены четыре взаимосвязанных вектора ускорения смарт-индустриализации предприятия — технологический, организационно-управленческий, кадрово-образовательный и экосистемный — каждый из которых оказывает существенное влияние на глубину и скорость цифровой трансформации. Систематизация позволила уточнить их содержание, взаимные связи и приоритетность внедрения на разных этапах «дорожной карты» цифровизации.

2. Наибольшие препятствия представляют собой высокие капитальные затраты и долгий срок окупаемости, несовершенная ИТ-инфраструктура, дефицит квалифицированных кадров и отсутствие единой стратегии. Доказано, что накопление фрагментарных инициатив без комплексного учета этих факторов приводит к «эффекту пилотной ловушки» и снижению общей результативности цифровых проектов.

3. Интеграция новейших технологий, организационная трансформация, развитие персонала и коопeração в инновационной экосистеме в совокупности позволяют существенно сократить путь от идеи цифровизации до ее практических результатов. В конечном счете, предприятие, успешно реализовавшее данные векторы, приобретает черты смарт-предприятия — гибкого, высокопроизводи-

тельный, непрерывно обучающегося и способного динамично адаптироваться к вызовам рынка в цифровую эпоху.

Список источников / References

- Lavrinnov D. S. Cyber-physical systems and their role in the organization of smart manufacturing. *The World of Science without Borders: Proceedings of the 10th ALL-Russian Scientific and Practical Conference (with International participation) for Young Researchers*. Tambov, 2023. P. 311 – 313. ISBN 978-5-8265-2588-3.
- Bashynska I., Mukhamejanuly S., Malynovska Yu. [et al.]. Assessing the outcomes of digital transformation smartization projects in industrial enterprises: a model for enabling sustainability. *Sustainability*. 2023. Vol. 15, no. 19. 14075. DOI: 10.3390/su151914075.
- Мезина Т. В. Предпосылки внедрения концепции «Индустрия 4.0» // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. 2019. № 6. С. 44 – 51. EDN: TVGJXZ.
- Mezina T. V. Predposylki vnedreniya kontseptsiy «Industriya 4.0» [Preconditions of implementation of the Industry 4.0 concept]. Sovremennaya nauka: aktual'nyye problemy teorii i praktiki. Seriya: Ekonomika i pravo. *Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Economics and Law*. 2019. No. 6. P. 44 – 51. EDN: TVGJXZ. (In Russ.).
- Дасив А. Ф., Мадых А. А., Охтень А. А. Моделирование оценки уровня смарт-индустриализации // Экономика промышленности. 2019. № 2 (86). С. 107 – 125. DOI: 10.15407/econindustry2019.02.0107. EDN: BSMTOQ.
- Dasiv A. F., Madykh A. A., Okhten' A. A. Modelirovaniye otsenki urovnya smart-industrializatsii [Modelling the assessment of smart-industrialization level]. *Ekonomika promyshlennosti. Economy of Industry*. 2019. No. 2 (86). P. 107 – 125. DOI: 10.15407/econindustry2019.02.0107. EDN: BSMTOQ. (In Russ.).
5. Smart Industrialization through Trade in the Context of Africa's Transformation. URL: <https://hdl.handle.net/10855/23821> (accessed: 05.05.2025).
- Грязнов С. А. Умная промышленность и умное производство // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2021. № 4-2 (55). С. 199 – 201. DOI: 10.24412/2500-1000-2021-4-2-199-201. EDN: YXMQGE.
- Gryaznov S. A. Umnaya promyshlennost' i umnoye proizvodstvo [Smart industry and smart manufacturing]. *Mezhdunarodnyy Zhurnal Gumanitarnykh i Estestvennykh Nauk*. 2021. No. 4-2 (55). P. 199 – 201. DOI: 10.24412/2500-1000-2021-4-2-199-201. EDN: YXMQGE. (In Russ.).
7. Susanto A. H., Simatupang T., Wasesa M. Industry 4.0 maturity models to support smart manufacturing transformation: a systematic literature review. *Journal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*. 2023. Vol. 7, no. 2. P. 334 – 344. DOI: 10.29207/resti.v7i2.4588.
8. Азизова Э. М. Влияние технологических инноваций на экономику // Студенческий. 2023. № 17-5(229). С. 11 – 13. EDN: MILCAB.
- Azizova E. M. Vliyanie tekhnologicheskikh innovatsii na ekonomiku [Research on technological innovation in the field of security]. *Studencheskiy*. 2023. No. 17-5(229). P. 11 – 13. EDN: MILCAB. (In Russ.).
9. Мерзликина Г. С. Экономическая эффективность «умного» производства: от целевых установок к регламентации // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2021. № 3. С. 17 – 27. DOI: 10.24143/2073-5537-2021-3-17-27. EDN: OEBWES.
- Merzlikina G. S. Ekonomicheskaya effektivnost' «umnogo» proizvodstva: ot tselevykh ustanovok k reglamentatsii [Economic efficiency of smart production: from targets to regulations]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. Seriya: Ekonomika. *Vestnik of*

Astrakhan State Technical University. Series: Economics. 2021. No. 3. P. 17–27. DOI: 10.24143/2073-5537-2021-3-17-27. EDN: OEBWES. (In Russ.).

10. Как умнеют российские заводы и фабрики // РосБизнесКонсалтинг (РБК). URL: <https://goo.su/KWy2e3> (дата обращения: 05.05.2025).

Kak umneyut rossiyskiye zavody i fabriki [How Russian factories are getting smarter]. RosBiznesKonsalting. (RBK). RosBusinessConsulting (RBC). URL: <https://goo.su/KWy2e3> (accessed: 05.05.2025). (In Russ.).

11. Transforming advanced manufacturing through Industry 4.0 // McKinsey Company. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/transforming-advanced-manufacturing-through-industry-4-0> (accessed: 05.05.2025).

12. Бабкин А. В., Шкарупета Е. В., Ташенова Л. В. Методика оценки конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации в условиях Индустрии 4 и 5.0 // *π-Economy*. 2023. Vol. 16 (5). С. 91 – 108. DOI: 18721/JE.16507. EDN: UIQYKW.

Babkin A. V., Shkarupeta E. V., Tashenova L. V. Metodika otsenki konvergentnosti tsifrovoy industrializatsii i industrial'noy tsifrovizatsii v usloviyakh Industrii 4 i 5.0 [Methodology for assessing the convergence of digital industrialization and industrial digitalization in the conditions of Industry 4 and 5.0]. *π-Economy*. 2023. Vol. 16 (5). P. 91 – 108. DOI: 10.18721/JE.16507. EDN: UIQYKW. (In Russ.).

13. Стрижакова Е. Н., Стрижаков Д. В. Цифровое развитие предприятия: диагностика и оценка // Экономика науки. 2024. Т. 10, № 2. С. 30 – 47. DOI: 10.22394/2410-132X-2024-10-2-30-47. EDN: EEEFEUL.

Strizhakova E. N., Strizhakov D. V. Tsifrovoye razvitiye predpriyatiya: diagnostika i otsenka [Enterprise digital maturity: diagnostic and assessment techniques]. *Ekonomika nauki. Economics of Science*. 2024. Vol. 10, no. 2. P. 30 – 47. DOI: 10.22394/2410-132X-2024-10-2-30-47. EDN: EEEFEUL. (In Russ.).

14. Fedyunina A. A., Gorodnyi N. A., Simachev Yu. V. How the adoption of Industry 4.0 technologies is related to participation in global and domestic value chains: Evidence from Russia. *International Journal of Innovation Studies*. 2024. Vol. 8, no. 2. P. 93 – 108. DOI: 10.1016/j.ijis.2024.01.002.

15. Капустина Л. М., Кондратенко Ю. Н. К вопросу о понятии «умного предприятия» в цифровой экономике // Вопросы управления. 2020. № 4 (65). С. 33 – 43. DOI: 10.22394/2304-3369-2020-4-33-43. EDN: CJHWYT.

Kapustina L. M., Kondratenko Yu. N. K voprosu o ponyatiyu «umnogo predpriyatiya» v tsifrovoy ekonomike [On the issue of the concept of "Smart Enterprise" in the digital economy]. Voprosy upravleniya. *Management Issues*. 2020. No. 4 (65). P. 33 – 43. DOI: 10.22394/2304-3369-2020-4-33-43. EDN: CJHWYT. (In Russ.).

АБЛИТАРОВ Эрнест Рефатович, магистрант группы Э-м-о-243 Института экономики и управления Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского (КФУ им. В. И. Вернадского), г. Симферополь.

SPIN-код: 1864-6815

AuthorID (РИНЦ): 1222974

ORCID: 0009-0002-8956-9596

Адрес для переписки: ablitaroff@mail.ru

КАМИНСКАЯ Анна Олеговна, кандидат экономических наук, доцент (Россия), доцент кафедры «Экономика предприятия» Института экономики и управления КФУ им. В. И. Вернадского, г. Симферополь.

SPIN-код: 5402-3128

AuthorID (РИНЦ): 832795

ORCID: 0000-0002-3372-6508

Адрес для переписки: anna_kaminskaya329@mail.ru

ДЕМЕНТЬЕВ Михаил Юрьевич, кандидат экономических наук, доцент (Россия), доцент кафедры «Экономика предприятия» Института экономики и управления КФУ им. В. И. Вернадского, г. Симферополь.

SPIN-код: 3110-4272

AuthorID (РИНЦ): 799481

ORCID: 0000-0002-6058-9721

Адрес для переписки: 79787925722@mail.ru

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах. Конфликт интересов отсутствует.

Статья поступила в редакцию 16.07.2025; одобрена после рецензирования 15.09.2025; принята к публикации 08.10.2025.

ABLITAROV Ernest Refatovich, Master's Student, gr. Э-м-о-243, Institute of Economics and Management, V. I. Vernadsky Crimean Federal University (CFU), Simferopol.

SPIN-code: 1864-6815

AuthorID (RSCI): 1222974

ORCID: 0009-0002-8956-9596

Correspondence address: ablitaroff@mail.ru

KAMINSKAYA Anna Olegovna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Enterprise Economics Department, Institute of Economics and Management, CFU, Simferopol.

SPIN-code: 5402-3128

AuthorID (RSCI): 832795

ORCID: 0000-0002-3372-6508

Correspondence address: anna_kaminskaya329@mail.ru

ДЕМЕНТЬЕВ Mikhail Yurievich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Enterprise Economics Department, Institute of Economics and Management, CFU, Simferopol.

SPIN-code: 3110-4272

AuthorID (RSCI): 799481

ORCID: 0000-0002-6058-9721

Correspondence address: 79787925722@mail.ru

Financial transparency: the authors have no financial interest in the presented materials or methods. There is no conflict of interest.

The article was submitted 16.07.2025; approved after reviewing 15.09.2025; accepted for publication 08.10.2025.