

УДК 338.45:004.7

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАУКОЕМКИХ ПРОИЗВОДСТВ: АНАЛИЗ НА ПРИМЕРЕ РОССИЙСКИХ И КИТАЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В.З. Панина

ФГБОУ ВО Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань,
email: sadvenera@mail.ru, ponich7@yandex.ru

Аннотация. В статье исследуется влияние цифровой трансформации на экономическую эффективность наукоемких производств на основе сравнительного анализа российских и китайских предприятий. Современные промышленные системы все активнее внедряют передовые цифровые технологии, что обуславливает практическую значимость данного исследования. В рамках работы проведена систематизация методик оценки результативности внедрения цифровых решений – от диагностики уровня технологической зрелости предприятий до анализа степени интеграции сквозных бизнес-процессов. Эмпирический анализ подтверждает прямую зависимость между глубиной цифровой трансформации и ключевыми операционными показателями: динамикой производительности, снижением операционных затрат и ростом финансовой эффективности. Сравнительное исследование выявило превосходство китайского подхода, характеризующегося системной интеграцией цифровых решений над российским, где доминирует фрагментарное внедрение технологий на начальных и средних стадиях зрелости. На основе выявленных закономерностей предложены практические механизмы адаптации успешных моделей цифровизации для российских наукоемких предприятий с учетом отраслевой специфики и экономической целесообразности.

Ключевые слова: цифровая трансформация, экономическая эффективность, наукоемкое производство, передовые цифровые технологии, производительность, рентабельность.

THE IMPACT OF DIGITAL TRANSFORMATION ON THE ECONOMIC EFFICIENCY OF HIGH-TECH INDUSTRIES: A CASE STUDY OF RUSSIAN AND CHINESE ENTERPRISES

V.Z. Panina

Kazan National Research Technological University, Kazan, email: sadvenera@mail.ru

Abstract. The article examines the impact of digital transformation on the economic efficiency of knowledge-intensive industries through a comparative analysis of Russian and Chinese enterprises. The growing adoption of advanced digital technologies by modern industrial systems underscores the practical significance of this research. The study presents a systematic classification of methodologies for assessing the effectiveness of digital solution implementation – ranging from diagnosing the level of technological maturity of enterprises to analyzing the degree of integration of end-to-end business processes. Empirical analysis confirms a direct correlation between the depth of digital transformation and key operational indicators: productivity growth, reduction of operational costs, and improvement in financial efficiency. The comparative study revealed the superiority of the Chinese approach, characterized by the systemic integration of digital solutions, over the Russian model, which is dominated by fragmented technology implementation at initial and intermediate stages of maturity. Based on the identified patterns, practical mechanisms for adapting successful digitalization models for Russian knowledge-intensive enterprises are proposed, taking into account industry specifics and economic feasibility.

Keywords: digital transformation, economic efficiency, knowledge-intensive production, advanced digital technologies, productivity, profitability.

Дата поступления статьи в редакцию: 23.10.2025

Дата принятия статьи в печать: 03.12.2025

Введение

Актуальность темы исследования обусловлена активным распространением передовых цифровых технологий (ПЦТ) в промышленности, особенно в условиях цифровизации экономики [1]. В современном обществе наукоемкое производство требует высокой точности, оперативного управления и постоянной адаптации к технологическим изменениям. Поэтому внедрение ПЦТ в производство наукоемкой продукции является необходимым условием устойчивого функционирования предприятий [2].

Современные технологии, включая промышленный интернет вещей, цифровые двойники, аналитические платформы и системы на базе искусственного интеллекта, находят все более широкое применение на ведущих международных предприятиях [3, с. 81]. При этом в российской практике цифровизация наукоемких производств носит фрагментарный характер: отсутствует комплексный подход к выбору и внедрению цифровых решений, часто не просчитывается экономическая эффективность таких проектов [4, с. 71].

Цель исследования

Цель исследования заключается в разработке подходов интеграции передовых цифровых технологий в производство наукоемкой продукции с учетом современных требований цифровой трансформации и оценке их экономической эффективности.

Задачи исследования заключаются в проведении комплексного анализа теоретических основ и практических аспектов цифровой трансформации наукоемких производств с последующей разработкой адаптированных моделей внедрения передовых цифровых технологий, оптимизированных для российских предприятий на основе сравнительной оценки экономической эффективности российского и китайского опыта.

Научная новизна исследования заключается в сравнительном анализе экономической эффективности внедрения передовых цифровых технологий в наукоемком производстве на примере российских и китайских компаний и разработке адаптированных моделей цифровизации.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования являются наукоемкие производства в условиях цифровой трансформации. Предмет исследования — экономическая эффективность внедрения передовых цифровых технологий в процессы наукоемкого производства.

В качестве методов исследования использовались: системный анализ, сравнительный анализ, а также классические методы оценки экономической эффективности проектов. Для обработки эмпирических данных применялись методы корреляционного и регрессионного анализа [4, с. 71].

Эмпирическую базу исследования составили данные по 6 промышленным предприятиям — 3 российским (ПАО «КАМАЗ», АО «Станкопром», ИКС Холдинг) и 3 китайским (SAQW, Inovance, Hengtong Fiber Optic Technology Co.). Выборка формировалась на основе принципа репрезентативности и доступности финансовой отчетности за период 2019-2024 годы.

Для оценки экономической эффективности цифровой трансформации использовался комплекс показателей, включая рентабельность инвестиций (ROI), производительность труда, фондоотдачу, удельные затраты на производство.

Результаты исследования

Анализ уровней цифровой зрелости предприятий

Проведенный комплексный анализ выявил существенное воздействие цифровой трансформации на основные экономические показатели наукоемких производств. Эмпирические данные убедительно свидетельствуют, что компании, активно внедряющие цифровые технологии, достигают более высоких темпов роста производительности и рентабельности в сравнении с предприятиями, использующими традиционные подходы к организации производства [5, с. 55]. Эта закономерность особенно ярко проявляется в условиях современной конкурентной среды, где способность к быстрой адаптации технологических изменений становится определяющим фактором конкурентоспособности.

Исследование демонстрирует многогранное влияние цифровой трансформации на операционную деятельность предприятий. Согласно данным мониторинга, организации, достигшие высоких уровней цифровой зрелости, показывают стабильный рост производительности труда в диапазоне от 15% до 66%, причем величина эффекта напрямую зависит от отраслевой специфики и глубины внедрения технологических решений. Наиболее впечатляющие результаты зафиксированы в сегментах, связанных с комплексной автоматизацией производственных процессов и внедрением систем предиктивной аналитики [7].

Статистические данные подтверждают устойчивую тенденцию роста российского рынка промышленного программного обеспечения, который увеличился на 17,6% в 2023 году, достигнув объема примерно 60 млрд. рублей [6]. Эта динамика отражает растущее признание важности цифровых решений в промышленном секторе. Особого внимания заслуживает показатель возврата инвестиций в передовые

цифровые технологии, достигающий 25-30% в течение 1-2 лет, что особенно характерно для проектов по внедрению промышленного интернета вещей (IIoT) и систем предиктивного мониторинга [7]. Проведенный анализ позволяет утверждать, что компании, осуществляющие системные инвестиции в цифровизацию, демонстрируют повышенную устойчивость к рыночным колебаниям и более эффективно адаптируются к изменяющимся условиям хозяйственной деятельности.

Таблица 1

Сравнительный анализ уровней цифровой зрелости предприятий

Параметр оценки	Российские предприятия	Китайские предприятия
Уровень цифровой зрелости	2-3 из 5	4-5 из 5
Интеграция систем	Частичная, фрагментарная	Полная, сквозная
Использование AI и аналитики	Ограниченное	Активное, повсеместное
ROI цифровых проектов	15-20%	25-30%
Срок окупаемости	3-4 года	2-2,5 года
Глубина анализа данных	Базовый уровень	Продвинутая аналитика
Автоматизация процессов	40-50%	70-80%

Наиболее значимые эффекты цифровизации в наукоемком производстве проявляются при детальном рассмотрении конкретных примеров. Важнейшим результатом представляется сокращение продолжительности полного жизненного цикла продукции. Благодаря использованию технологий цифровых двойников и комплексных систем управления жизненным циклом, предприятия получают возможность существенно ускорить этапы проектирования, проведения испытаний и вывода продукции на рынок. Это преимущество становится особенно ценным в условиях быстро меняющихся рыночных требований и усиления конкурентного давления.

Сравнительный анализ экономической эффективности

Проведенное исследование выявило значительные расхождения в подходах к цифровой трансформации и достигаемых экономических результатах между российскими и китайскими предприятиями. Эти различия обусловлены комплексом факторов, включая объективные условия развития цифровой инфраструктуры и особенности корпоративной культуры управления. Глубокое изучение практик цифровизации позволило идентифицировать ключевые детерминанты успешности трансформационных процессов.

Китайские компании демонстрируют более системный и стратегически выверенный подход к цифровизации, что позволяет им достигать значительных экономических эффектов. Модель, реализованная компанией Inovance, основана на тесной интеграции промышленных контроллеров, сетей IIoT, аналитических систем искусственного интеллекта и роботизированных операций [8]. Такой комплексный подход создает синергетический эффект, выражающийся в существенном повышении операционной эффективности и снижении производственных затрат.

Компания Inovance направляет значительные ресурсы на цифровизацию — организация инвестировала 5 млрд. юаней (примерно 700 млн. долларов США) в строительство нового завода по производству компонентов для новых энергетических транспортных средств (NEV), что свидетельствует о серьезной ориентации на цифровые технологии и концентрации на выпуске сложной продукции нового поколения для электромобилей [9]. Такие масштабные инвестиции позволяют формировать производственные экосистемы, в которых все элементы технологической цепочки оптимально интегрированы и взаимосвязаны.

Показателен пример компании Hengtong Fiber Optic, признанной «цифровым маяком» Всемирного экономического форума, которая достигла удивительных результатов: увеличение производительности на 66%, снижение энергопотребления на 33% и сокращение доли брака на 52% после внедрения комплексной системы цифровых двойников и AI-аналитики [10]. Достижение таких показателей стало возможным благодаря реализации целостной стратегии цифровой трансформации, охватывающей все аспекты производственной деятельности.

Российские предприятия демонстрируют более сдержанные, хотя и устойчивые результаты цифровой трансформации. Анализ показал, что такие компании как ПАО «КАМАЗ» и АО «Станкопром» находятся преимущественно на начальных и средних стадиях цифровой зрелости [4, с. 71]. Внедрение цифровых технологий часто носит фрагментарный характер, что существенно ограничивает потенциальный экономический эффект. Тем не менее, наблюдается положительная динамика в осознании необходимости цифровой трансформации и увеличении соответствующих инвестиций.

Таблица 2

Экономические показатели эффективности цифровой трансформации

Показатель	Российские предприятия	Китайские предприятия
Рост производительности	10-15%	20-66%
Снижение затрат	15-20%	30-40%
Сокращение брака	10-12%	40-52%
Энергоэффективность	8-10%	25-33%
Окупаемость инвестиций	15-20%	25-30%
Сроки внедрения	12-18 месяцев	6-12 месяцев
Масштабируемость решений	Ограниченная	Высокая

Несмотря на существующие ограничения, даже частичная цифровизация приносит ощутимые экономические результаты. На предприятии ПАО «КАМАЗ» внедрение цифровых двойников и MES-систем позволило сократить производственный цикл на 15-20% и повысить производительность труда на 10-15% [11]. На ПАО «КАМАЗ» созданы цифровые копии более 100 единиц оборудования, включая 28 станков с ЧПУ, 20 универсальных станков и свыше 50 единиц технологического оборудования. Эти меры способствуют постепенному переходу к более зрелым стадиям цифровой трансформации.

Факторы экономической эффективности цифровой трансформации

На основе проведенного анализа можно выделить несколько ключевых факторов, оказывающих влияние на экономическую эффективность цифровой трансформации наукоемких производств. Эти факторы носят комплексный характер и требуют интегрированного подхода к управлению процессами цифровизации.

Комплексность подхода представляет собой фундаментальный фактор успеха — предприятия, реализующие целостную стратегию цифровизации, демонстрируют более значительные экономические результаты по сравнению с теми, кто ограничивается внедрением отдельных цифровых решений [4, с. 71]. Исследование показывает, что системный подход к цифровой трансформации позволяет достичь синергетического эффекта, когда совокупный результат превышает сумму эффектов от отдельных мероприятий. Это особенно важно в условиях сложных производственных процессов, характерных для наукоемких отраслей.

Инвестиции в исследования и разработки выступают важным катализатором цифровой трансформации — эмпирические данные подтверждают наличие прямой корреляции между объемом затрат на НИОКР и эффективностью цифровизации [12, с. 47]. Компании, направляющие значительные ресурсы на исследование и внедрение инновационных цифровых решений, создают прочную основу для формирования долгосрочных конкурентных преимуществ. При этом критически важным аспектом является не только абсолютный объем инвестиций, но и их стратегическая направленность, соответствие общеорганизационным целям развития.

Интеграция цепочки создания стоимости представляет собой еще один значимый фактор — компании, обеспечивающие сквозную цифровизацию от стадии проектирования до этапа обслуживания продукции, достигают более существенного экономического эффекта благодаря комплексной оптимизации всех бизнес-процессов [13, с. 73]. Интеграция различных этапов цепочки создания стоимости позволяет устранить так называемые «информационные разрывы» и обеспечить непрерывность потоков данных, что создает условия для принятия более обоснованных управленческих решений.

Квалификационный потенциал персонала играет определяющую роль — уровень цифровой грамотности сотрудников и наличие специалистов в области цифровых технологий существенно влияют на способность предприятия эффективно использовать современные технологические решения [14, с. 84]. Проведенное исследование выявило, что инвестиции в обучение и развитие персонала являются критически важным элементом успешной цифровой трансформации. Компании, реализующие программы непрерывного обучения, демонстрируют более высокие показатели адаптации к цифровым изменениям и лучше справляются с технологическими вызовами.

Корпоративная культура становится действенным катализатором успешной цифровизации в тех случаях, когда она формирует среду, открытую к организационным изменениям. Компании, культивирующие ценности инновационного развития и непрерывного совершенствования, демонстрируют повышенную эффективность реализации цифровых проектов. Критически важными элементами такой культуры

являются практика тестирования гипотез, конструктивное восприятие неудач как элемента развития и системное стимулирование нестандартных профессиональных решений.

Технологический фундамент цифровой трансформации формируется за счет развертывания современной ИТ-инфраструктуры, обладающей свойством масштабируемости. Как демонстрирует практика, стратегические инвестиции в обновление технологической платформы позволяют компаниям достигать существенного прогресса в оптимизации производственных циклов и повышении операционной эффективности бизнес-процессов.

Дополнительным значимым фактором выступает качество управленческих решений — эффективность цифровой трансформации напрямую зависит от способности руководства компаний принимать взвешенные стратегические решения, учитывающие как технологические возможности, так и рыночные перспективы. Важную роль играет также способность организации к организационному обучению и накоплению знаний, что позволяет более эффективно использовать приобретенный опыт цифровизации.

Не менее существенным представляется фактор государственной поддержки — как показывает сравнительный анализ, меры государственной политики могут значительно ускорить процессы цифровой трансформации. В китайской практике именно комплексная государственная поддержка позволила создать благоприятные условия для масштабной цифровизации промышленных предприятий.

Выводы

Проведенное исследование позволило сформулировать следующие выводы относительно экономической эффективности цифровой трансформации наукоемких производств:

1. Цифровая трансформация оказывает значительное положительное влияние на ключевые экономические показатели наукоемких производств. Предприятия, активно внедряющие передовые цифровые технологии, демонстрируют более высокие темпы роста производительности (на 15-20%), рентабельности и конкурентоспособности на мировых рынках.

2. Сравнительный анализ российских и китайских предприятий выявил существенные различия в подходах к цифровой трансформации и достигаемых экономических результатах. Китайские компании демонстрируют более системный подход, обеспечивающий комплексную оптимизацию производственных процессов и значительное повышение эффективности (снижение затрат на 40%, повышение производительности на 20-66%).

3. На экономическую эффективность цифровой трансформации влияет комплекс факторов, включая комплексность подхода, уровень инвестиций в НИОКР, степень интеграции цепочки создания стоимости, квалификацию персонала и организационную культуру. Максимальный экономический эффект достигается при одновременной оптимизации всех этих факторов.

4. Для повышения экономической эффективности цифровой трансформации российских наукоемких производств необходима разработка комплексных стратегий, предусматривающих не только внедрение отдельных технологий, но и трансформацию бизнес-моделей, организационных структур и подходов к управлению.

Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой более точных методик оценки экономической эффективности цифровой трансформации, учитывающих отраслевую специфику и долгосрочные эффекты цифровизации.

Литература

1. Куликов О.А. Индустрия 4.0: как основа реиндустриализации промышленного сектора // Известия Саратовского университета. Сер. Экономика. Управление. 2020. Т. 20. № 1.
2. Сергеев И.В. Особенности и признаки наукоемкого производства в условиях цифровой экономики // Промышленная политика в России. 2020. № 5. С. 60-66.
3. Шаповалов М.Н. Умные фабрики и искусственный интеллект: этапы формирования и перспективы // Цифровая индустрия России. 2022. № 1. С. 78-84.
4. Литвиненко Н.С. Цифровая зрелость предприятий: модели и показатели // Менеджмент и цифровая трансформация. 2020. № 3. С. 68-75.
5. Ковалев А.В. Передовые цифровые технологии: содержание, классификация, применение // Цифровая экономика и управление. 2021. № 1 (13). С. 52-59.
6. TAdviser. Цифровизация промышленности России. [Электронный ресурс]. URL: https://tadviser.ru/c/Цифровизация_промышленности_России (дата обращения: 23.09.2025).

7. ООО «ПОТЕК». Система «ПРАНА»: цифровой комплекс предиктивного мониторинга турбин. Технический отчёт, 2023. 5 с.
8. Inovance Technology Europe. Официальный сайт компании. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.inovance.eu/home> (дата обращения: 23.09.2025).
9. Yicai Global. China's Inovance jumps on plan to build USD 701.3 million NEV electrical parts plant. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.yicaiglobal.com/news/chinas-inovance-jumps-on-plan-to-build-usd7013-million-nev-electrical-parts-plant> (дата обращения: 23.09.2025).
10. Bentley Systems, Incorporated. CNOOC digital twin solution case study. 2022. 20 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bentley.com/wp-content/uploads/2022/05/CS-CNOOC-LTR-EN-LR.pdf> (дата обращения: 25.09.2025).
11. Госкорпорация «Ростех». КАМАЗ создаёт цифровые двойники на производстве. [Электронный ресурс]. URL: <https://rostec.ru/media/news/kamaz-sozdaet-tsifrovye-dvoyniki-na-proizvodstve/> (дата обращения: 25.09.2025).
12. Ильин И.В. Наукоемкие отрасли и продукция: сущность, критерии, развитие // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2020. № 6. С. 45-52.
13. Рябов А.В. Организационные аспекты цифровизации промышленности: управление, команды, логистика // Управление в цифровой экономике. 2022. № 2. С. 70-76.
14. Сеницын А.П. Кадровый потенциал наукоемкого производства в условиях цифровизации // Проблемы современной экономики. 2022. № 6. С. 80-86.