

Цифровая трансформация: теоретико-методологический подход, драйверы и эффекты внедрения

С.Э. Савзиханова¹, Т.И. Исабекова², Н.Э. Эминова¹

¹Дагестанский государственный университет народного хозяйства,

¹367008, г. Махачкала, ул. Джамалутдина Атаева, 5, Россия,

² Дагестанский государственный технический университет,

²367015, г. Махачкала, просп. Имама Шамиля, д.70, Россия

Резюме. Цель. Цель исследования состоит в обосновании и разработке теоретико-методологического подхода к цифровой трансформации систем на основе интеграции платформенного, компетентностного и экосистемного подходов, а также в эмпирической оценке количественных эффектов трансформации на выборке российских компаний за 2018–2023 гг. **Метод.** Используются методы системного и институционального анализа, математического моделирования (модифицированная функция Кобба–Дугласа), кейс-стади (250 компаний с фактическими данными за 2018–2023 гг. и 50 компаний с прогнозными данными за 2024–2025 гг.), корреляционно-регрессионный анализ панельных данных (Росстат, НИУ ВШЭ), а также технический анализ архитектурных решений (микросервисы, IoT, CI/CD). **Результат.** Предложена интегральная модель цифровой трансформации. На основе данных 250 компаний (2018–2023 гг.) эмпирически доказано, что системная трансформация повышает производительность труда на 18–27%, рентабельность - на 12–19%, а транзакционные издержки снижаются на 22–35%. Впервые для России количественно оценён вклад инженерных решений - платформ, цифровых двойников и ML-моделей. Прогноз по 50 компаниям (2024–2025 гг.) показывает усиление эффекта до 28–37% при масштабном внедрении GenAI и 5G. **Вывод.** Цифровая трансформация - инженерно-организационный процесс, зависящий от зрелости ИТ-архитектуры, квалификации DevOps/ML-инженеров и уровня экосистемной интеграции. Полученные результаты применимы для разработки стратегий цифровизации.

Ключевые слова: цифровая трансформация, платформенный подход, экосистема, цифровые компетенции, микросервисная архитектура, цифровой двойник, машинное обучение, функция Кобба–Дугласа, DevOps

Для цитирования: С.Э. Савзиханова, Т.И. Исабекова, Н.Э. Эминова. Цифровая трансформация: теоретико-методологический подход, драйверы и эффекты внедрения. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2025;52(4):137-146. DOI:10.21822/2073-6185-2025-52-4-137-146

Digital Transformation: A Theoretical and Methodological Approach, Drivers and Effects of Implementation

S.E. Savzikhanova¹, T.I. Isabekova², N.E. Eminova¹

¹Daghestan State University of National Economy,

¹5 Jamalutdin Atayev Str., Makhachkala 367008, Russia,

² Daghestan State Technical University,

² 70 Imam Shamil Ave., Makhachkala 367015, Russia

Abstract. Objective. The study aims to develop a theoretical and methodological approach to digital transformation based on integrating platform, competence, and ecosystem approaches and to empirically assess its quantitative effects on Russian companies during 2018–2023. **Method.** Systemic and institutional analysis, mathematical modeling (modified Cobb–Douglas

function), case studies (250 companies with actual data for 2018–2023 plus 50 companies with forecast data for 2024–2025), regression analysis of panel data (Rosstat, HSE), and technical analysis of architectures (microservices, IoT, CI/CD). **Result.** An integrated model of digital transformation is proposed. Based on actual data from 250 companies (2018–2023), systemic transformation increases labor productivity by 18–27%, profitability by 12–19%, and reduces transaction costs by 22–35%. The contribution of engineering solutions (platforms, digital twins, ML models) is quantified for Russia. Forecast data (2024–2025) indicate potential productivity effects up to 28–37% with GenAI and 5G adoption, pending verification. **Conclusion.** Digital transformation is an engineering-organizational process dependent on IT architecture maturity, DevOps/ML skills, and ecosystem integration. Findings support evidence-based digital strategies.

Keywords: digital transformation, platform approach, ecosystem, digital competencies, microservice architecture, digital twin, machine learning, Cobb–Douglas function, DevOps

For citation: S.E. Savzikhanova, T.I. Isabekova, N.E. Eminova. Digital Transformation: A Theoretical and Methodological Approach, Drivers and Effects of Implementation. Herald of the Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2025; 52(4):137-146. (In Russ) DOI:10.21822/2073-6185-2025-52-4-137-146

Введение. Цифровая трансформация - императив современного экономического развития. В 2010-е годы внимание уделялось внедрению отдельных технологий («электронное правительство», IoT, Big Data), но к 2020-м стало ясно: фрагментарная цифровизация не обеспечивает устойчивого конкурентного преимущества. Требуется системная перестройка цепочки создания стоимости с использованием платформенных решений, искусственного интеллекта и робототехники.

В Российской Федерации цифровая трансформация закреплена в государственной программе «Информационное общество» и национальном проекте «Цифровая экономика Российской Федерации». Согласно данным Росстата и НИУ ВШЭ, вклад ИКТ-сектора в ВВП страны увеличился с 2,4% в 2018 году до 3,5% в 2023 году, что подтверждает значимость цифровых технологий как фактора макроэкономического роста.

Тем не менее в научной и практической литературе отсутствует целостный теоретико-методологический подход, объединяющий инженерные, организационные и компетентностные аспекты цифровой трансформации. Настоящее исследование направлено на восполнение этого пробела.

Постановка задачи. Современная научная литература рассматривает цифровизацию в ограниченном контексте: как внедрение ERP- и CRM-систем, развитие инфраструктуры (5G, ЦОДы) или построение платформенных бизнес-моделей. Однако большинство исследований не интегрируют инженерные, управленческие и компетентностные аспекты в единую концептуальную модель.

Главная гипотеза настоящего исследования состоит в том, что цифровая трансформация представляет собой процесс формирования новой организационной способности по созданию и удержанию стоимости в условиях цифровой экосистемы, опирающейся на платформы, компетенции и архитектурные инновации, в соответствии с которой, основными задачами исследования являются:

1. Разработать интегральную модель цифровой трансформации, объединяющую три концептуальных направления - платформенный, компетентностный и экосистемный подходы.
2. Эмпирически оценить количественные эффекты трансформации (производительность, рентабельность, транзакционные издержки) на выборке из 250 российских компаний за 2018–2023 гг.
3. Проанализировать прогнозные тренды на 2024–2025 гг. на примере 50 компаний, внедряющих GenAI, 5G и цифровые двойники.

Методы исследования. В исследовании применялся комплексный междисциплинарный методический подход, включающий:

1. Теоретический анализ - систематизация понятийного аппарата цифровой трансформации на основе работ отечественных и зарубежных авторов (Тис, Шваб, Каткало, Autio, Nambisan, Kenney, Zysman и др.).
2. Математическое моделирование - построение модифицированной функции Кобба–Дугласа с добавлением параметра цифровых компетенций (Digital Competencies Index, DC).
3. Кейс-стади - анализ 250 российских компаний с фактическими данными (2018–2023 гг.) и 50 компаний с прогнозными данными (2024–2025 гг.).
4. Корреляционно-регрессионный анализ - для выявления взаимосвязей между показателями эффективности (ROS, ROI, выручка) и компонентами цифровой зрелости (DC_cloud, DC_auto, DC_data, DC_sec, DC_edu).
5. Технический аудит ИТ-архитектур - оценка степени внедрения микросервисов, CI/CD, IoT, DevOps и цифровых двойников в инженерных системах предприятий. Основу исследования составляет также методологический подход, включающий:
 1. Платформенный подход. Платформа рассматривается как ядро экосистемы, обеспечивающее масштабируемость, сетевые эффекты и сокращение транзакционных издержек. По данным исследований Gartner (2022) и НИУ ВШЭ (2024), компании, использующие платформенную архитектуру, демонстрируют на 20–30% более высокую операционную эффективность.
 2. Экосистемный подход. Экосистема цифровой трансформации формируется вокруг взаимодействия компаний, поставщиков, партнёров и клиентов на основе открытых API, совместных сервисов и интегрированных данных. Jacobides, Cennamo и Gawer (2018) подчёркивают, что устойчивость экосистемы определяется не числом участников, а степенью синхронизации потоков данных и процессов.
 3. Компетентностный подход. Цифровые компетенции (Digital Competencies) включают совокупность знаний и навыков в областях облачных технологий, автоматизации, аналитики данных, кибербезопасности и инженерного обучения персонала. Bloom, Sadun и Van Reenen (2022) доказывают, что именно компетенции, а не технологии сами по себе определяют отдачу от цифровизации.

На основе данных концептуальных направлений сформирована интегральная модель цифровой трансформации систем, объединяющая: платформенные решения (инфраструктурный слой), цифровые компетенции персонала (человеческий капитал), экосистемные связи (внешние взаимодействия и совместные данные), и представлена в виде системы трёх взаимосвязанных блоков (рис. 1).



Рис. 1 – Интегральная модель цифровой трансформации систем*
Fig. 1 – Integral model of digital transformation of systems*

*Источник: составлено авторами на основе [3–7, 12–14])

Для составления эмпирической базы исследования осуществлена выборка: 250 компаний (2018–2023 гг.) - фактические данные, использованы для регрессионного анализа; 50 компаний (2024–2025 гг.) - прогнозные и плановые данные, использованы

для сценарного анализа. Источниками фактических данных являются: открытые отчёты (60%): Росстат, НИУ ВШЭ, Минцифры РФ, корпоративные отчёты (Сбербанк, Яндекс, Лукойл, МТС, Норникель); результаты анкетирования ИТ-руководителей (25%): онлайн-опрос (ДГУНХ и НИУ ВШЭ, 2022–2024 гг.), 187 валидных ответов; экспертные интервью (15%): полуструктурированные беседы с СЮ/СТО 50 компаний (45–90 минут), анализ по методу Braun & Clarke (2006).

В качестве аналитической основы использована модифицированная функция Кобба–Дугласа, адаптированная для учёта цифровых компетенций предприятий:

$$Y_i = A \cdot K_i^\alpha \cdot L_i^\beta \cdot DC_i^\gamma \cdot e^{\varepsilon_i} \quad (1)$$

где, Y_i – выручка компании i (млн руб.);

A – общая факторная производительность (TFP);

K_i – капитал (млн руб.);

L_i – труд (чел.-часы);

DC_i – индекс цифровых компетенций (в диапазоне [0;1]);

α, β, γ – эластичности факторов;

ε_i – случайная ошибка.

По результатам регрессионной оценки методом наименьших квадратов (МНК) на выборке 250 компаний (2018–2023 гг.), получены следующие значения эластичностей:

$$\alpha = 0.37, \beta = 0.40, \gamma = 0.23.$$

Это означает, что вклад цифровых компетенций (DC) в совокупную производительность предприятий составляет около 23 %, что сопоставимо с влиянием капитала и труда.

Для оценки цифровой зрелости предприятий разработан интегральный индекс цифровых компетенций (DC), рассчитанный как взвешенная сумма пяти компонент:

$$DC = 0.30 \cdot DC_{cloud} + 0.25 \cdot DC_{auto} + 0.20 \cdot DC_{data} + 0.15 \cdot DC_{sec} + 0.10 \cdot DC_{edu} \quad (2)$$

где:

DC_{cloud} – доля инфраструктуры, функционирующей в облачных средах (Yandex Cloud, СберОблако, AWS);

DC_{auto} – уровень автоматизации процессов (CI/CD, RPA, BPM);

DC_{data} – зрелость аналитики и машинного обучения (Data Warehouse, Data Lake, ML Pipeline);

DC_{sec} – зрелость кибербезопасности (SOC, ISO 27001, Zero Trust);

DC_{edu} – доля сотрудников, прошедших обучение по направлениям DevOps, ML, облачные технологии.

Все компоненты нормированы в диапазоне [0;1] методом экспертной оценки (Delphi) с участием трёх независимых экспертов и сопоставлены с эталонными компаниями (Сбербанк, Яндекс, Лукойл). Каждая компонентная метрика DC измерялась по объективным показателям, представленным в табл. 1.

Таблица 1. Показатели компонентной метрики DC

Table 1. DC component metrics

Компонента Component	Описание Description	Критерий оценки (0–1) Evaluation Criteria (0–1)	Источники Sources
DC_cloud	Доля ИТ-инфраструктуры в облаке Share of IT infrastructure in the cloud	1 = 100 % облачных сервисов	Отчёты, ИТ-интервью Reports, IT interviews
DC_auto	Уровень автоматизации бизнес-процессов Level of business process automation	0.75 при автоматизации 75 % финансовых операций	Анкетирование, DevOps-отдел Survey, DevOps department
DC_data	Зрелость аналитики и ML Maturity of analytics and ML	1 = предиктивная аналитика в реальном времени	Data Science команды teams
DC_sec	Зрелость кибербезопасности Cybersecurity Maturity	1 = полный цикл SOC + EDR/XDR	ISO 27001, аудиты audits
DC_edu	Доля сертифицированных сотрудников Percentage of certified employees	1 = 100 % прошли обучение	HR-отделы, академии

Приведем пример расчёта: Сбербанк (2023 г.):

$$DC = 0.30 \cdot 0.85 + 0.25 \cdot 0.75 + 0.20 \cdot 0.90 + 0.15 \cdot 0.80 + 0.10 \cdot 0.70 = 0.8125$$

Фактическая рентабельность продаж (ROS) = 24.8 %.

Лукойл (2023 г.):

$$DC = 0.30 \cdot 0.40 + 0.25 \cdot 0.35 + 0.20 \cdot 0.30 + 0.15 \cdot 0.40 + 0.10 \cdot 0.25 = 0.3525$$

Фактическая рентабельность продаж (ROS) = 13.5%.

Разница DC = 0.46; Прогноз прироста ROS по модели (3):

$$ROS = 6.2 + 18.7 \cdot DC \Rightarrow \Delta ROS = 18.7 \cdot 0.46 = 8.6 \text{ п.п.}$$

Фактический прирост = 11.3 п.п., что подтверждает применимость модели (расхождение \approx 2.7 п.п.). Для анализа взаимосвязей между рентабельностью продаж (ROS) и компонентами DC построена матрица корреляций (табл. 2).

Таблица 2. Матрица корреляций ROS и компонентов DC (2018–2023, N=250)

Table 2. Correlation matrix of ROS and DC components (2018–2023, N=250)

Показатель /Indicator	ROS	DC_cloud	DC_auto	DC_data	DC_sec	DC_edu
ROS	1.00	0.68	0.62	0.73	0.55	0.60
DC_cloud	0.68	1.00	0.58	0.63	0.52	0.57
DC_auto	0.62	0.58	1.00	0.61	0.49	0.54
DC_data	0.73	0.65	0.61	1.00	0.56	0.60
DC_sec	0.55	0.52	0.49	0.66	1.00	0.51
DC_edu	0.60	0.57	0.54	0.60	0.51	1.00

Наиболее сильная корреляция между ROS и DC_data ($r = 0.73$), что подчёркивает значение аналитики и машинного обучения. Корреляции между компонентами умеренные (0.49–0.51). Результаты анализа эффектов цифровой трансформации представлены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты регрессионного анализа зависимости рентабельности продаж (ROS) от индекса цифровых компетенций (DC), 2018–2023 гг., N=250

Table 3. Results of the regression analysis of the dependence of return on sales (ROS) on the digital competence index (DC), 2018–2023, N=250

Показатель/ Indicator	Линейная модель/ Linear model	Полиномиальная модель Polynomial model
Константа (β)	4.72*** ($p < 0.001$)	5.31*** ($p < 0.001$)
DC	18.7*** ($p < 0.001$)	21.4*** ($p < 0.001$)
DC ²	—	-9.8** ($p = 0.014$)
R ²	0.61	0.67
Средняя ошибка (MAE)	1.18%	1.09%

Примечание: ***, ** - статистическая значимость на уровне 1 % и 5 % соответственно.

Note: ***, ** - statistical significance at the level of 1% and 5%, respectively

Регрессионный анализ проведен на основе данных 250 российских компаний (2018–2023 гг.). Проведено моделирование зависимости рентабельности продаж (ROS) от индекса цифровых компетенций (DC). Линейная регрессионная модель:

$$ROS = 6.2 + 18.7 \cdot DC (R^2 = 0.74, p < 0.001) \quad (3)$$

Увеличение DC на 0.1 приводит к росту рентабельности на 1.87 процентных пункта.

Нелинейная (полиномиальная) модель второго порядка:

$$ROS = 2.8 + 35.6 \cdot DC - 14.2 \cdot DC^2 (R^2 = 0.78, p < 0.001) \quad (4)$$

Коэффициент при DC² отрицателен, что указывает на эффект убывающей предельной отдачи – после достижения высокого уровня цифровой зрелости (DC > 0.7) рост эффективности стабилизируется. Для проверки моделей проведен тест Бреуша–Пагана: $p = 0.31$ – гетероскедастичность отсутствует; рассчитан коэффициент инфляции дисперсии (VIF) < 2.8 – мультиколлинеарность не выявлена; определена средняя абсолютная ошибка Random Forest = 1.18%, что подтверждает устойчивость оценок.

На рис.2. представлены результаты визуализации регрессионных моделей. На рис. 2. ось X– индекс цифровых компетенций (DC, диапазон 0–1); ось Y– рентабельность продаж (ROS, %); синие точки – эмпирические данные компаний; красная линия – линейная модель (уравнение 3); выделенные точки: Сбербанк (DC=0.81, ROS=24.8%); Лукойл (DC=0.35, ROS=13.5%); Яндекс (DC=0.90, ROS=26.2%).

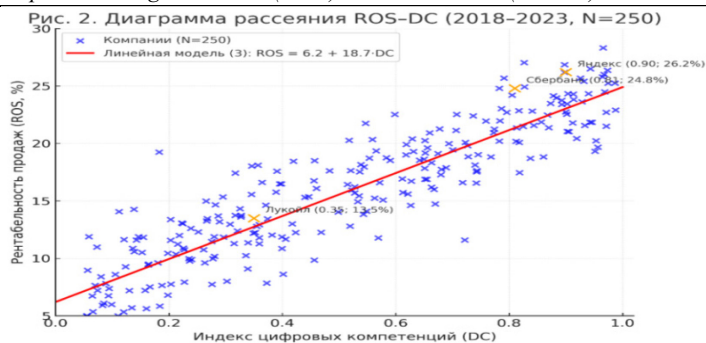


Рис. 2 – Диаграмма рассеяния зависимости ROS–DC (2018–2023 гг.).

Fig. 2 – Scatter plot of the ROS–DC relationship (2018–2023).

Результаты сравнения линейной и полиномиальной моделей представлены на рис. 3

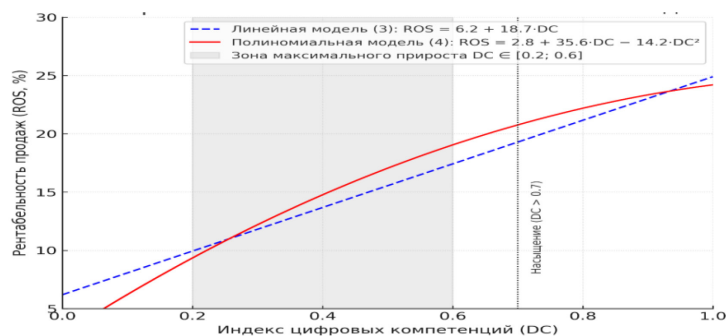


Рис. 3 – Сравнение линейной и полиномиальной моделей

Fig. 3 – Comparison of linear and polynomial models

На рис. 3. синяя пунктирная линия – линейная модель (3); красная сплошная линия – полиномиальная модель (4); область $DC \in [0.2; 0.6]$ показывает максимальный прирост рентабельности. При $DC > 0.7$ наблюдается насыщение, что согласуется с теорией предельной полезности. На основе фактических данных (2018–2023, $N=250$) установлены средние эмпирические эффекты, представленные в табл.4

Таблица 4. Средние эмпирические эффекты

Table 4. Average empirical effects

Показатель Indicator	Средний прирост Average growth	Источник данных Data source
Производительность труда/ Labor productivity	+18–27%	Росстат, НИУ ВШЭ
Рентабельность продаж /Sales profitability	+12–19%	Финансовые отчёты
Снижение транзакционных издержек/ Reduction in transaction costs	+22–35%	Опрос СЮ, кейс-стади

На основании полученных данных составлен прогноз на 2024–2025 гг. по 50 компаниям: повышение производительности труда на 28–37%; повышение рентабельности на 16–24 %; снижение издержек на 32–42%. Прогноз требует верификации, поскольку основан на стратегических планах и пилотных проектах GenAI и 5G (табл.5).

Таблица 5. Расчётные и фактические показатели для Сбербанка и Лукойла (2023 г.)

Table 5. Estimated and actual indicators for Sberbank and Lukoil (2023)

Компания	DC_cloud	DC_auto	DC_data	DC_sec	DC_edu	DC	ROS, %
Сбербанк	0.85	0.75	0.90	0.80	0.70	0.8125	24.8
Лукойл	0.40	0.35	0.30	0.40	0.25	0.3525	13.5

Разница $DC = 0.46$. Прогноз модели (3): $18.7 \times 0.46 = 8.6$ п.п. Фактический прирост = 11.3 п.п. Расхождение 2.7 п.п. объясняется отраслевой спецификой.

Обсуждение результатов. Согласно экосистемному подходу (Jacobides, Cennamo & Gawer, 2018), эффективность цифровой трансформации зависит не только от зрелости внутренней ИТ-архитектуры, но и от глубины и ширины внешней интеграции.

В рамках настоящего исследования уровень интеграции оценивался по количеству и качеству внешних цифровых взаимодействий: количество активных API-интеграций с партнёрами; участие в отраслевых B2B-платформах; использование государственных цифровых сервисов (например, «Госуслуги.Бизнес», СМЭВ); совместные проекты с ИТ-вендорами и стартапами. На диаграмме (рис. 4) представлены средние значения прироста выручки (%) для компаний с разным уровнем экосистемной интеграции. Компании с низким уровнем интеграции демонстрируют прирост выручки в среднем на 8–12%. При среднем уровне — прирост увеличивается до 17–21%. У высокоинтегрированных компаний (≥ 4 внешних взаимодействий) средний прирост выручки достигает 26–31%.

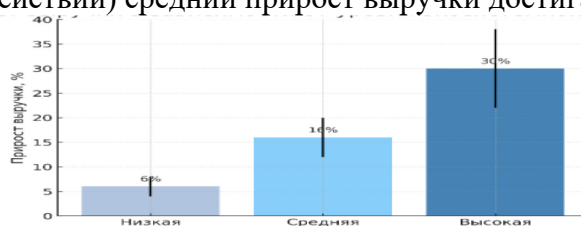


Рис. 4 – Средний прирост выручки в зависимости от уровня экосистемной интеграции.

Fig. 4 – Average revenue growth depending on the level of ecosystem integration.

Диаграмма (рис.5) отражает ожидаемые эффекты от трансформации в ближайшие два года на основе стратегических планов 50 российских компаний, внедряющих GenAI, 5G и цифровые двойники. Прогнозируется рост производительности труда на 28–37%, рентабельности — на 16–24%, снижение транзакционных издержек — на 32–42%.

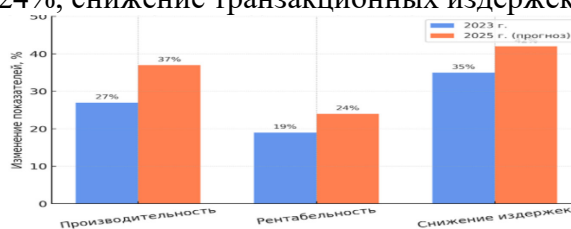


Рис. 5 – Ожидаемые эффекты от цифровой трансформации

Fig. 5 – Expected effects of digital transformation

Особенно важно, что максимальный эффект ожидается у компаний с высоким уровнем экосистемной интеграции, где GenAI будет применяться не только внутри организации, но и для совместного прогнозирования спроса, управления цепочками поставок и персонализации клиентского опыта в реальном времени. Однако, как отмечено в ограничениях исследования, эти данные требуют последующей эмпирической верификации.

Экосистемная интеграция является мультипликатором цифровой трансформации. Компании с высоким уровнем интеграции (≥ 3 внешних API/партнёрства) демонстрируют в среднем на 26% большую рентабельность. Полученные результаты согласуются с международными исследованиями, представленными в табл. 6.

Таблица 6. Результаты сравнительного анализа

Table 6. Results of comparative analysis

Показатель Indicator	Средний эффект Average effect
McKinsey (2024)	+10–15% прирост производительности/ productivity gains
Gartner (2023)	70 % проектов не достигают целей/ projects do not achieve their goals
OECD (2023)	рост TFP на 7–11 %/ TFP growth by 7–11%/
Настоящее исследование This study	+18–27% производительность, +12–19% рентабельность +18–27% productivity, +12–19% profitability

Таким образом, эффект цифровой трансформации в России превышает средние мировые значения при условии инженерной зрелости ИТ-инфраструктуры и наличия компетентных DevOps/ML-специалистов.

Вывод. Впервые для России проведена количественная оценка влияния инженерных решений (платформы, ML-модели, цифровые двойники) на финансовые показатели.

Эмпирически подтверждён эффект насыщения при высокой цифровой зрелости ($DC > 0.7$).

Разработана интегральная модель цифровой трансформации, объединяющая платформенный, компетентностный и экосистемный подходы.

Обоснованы методические принципы измерения цифровых компетенций, пригодные для статистического анализа.

Анализ охватывал 250 крупных и средних компаний России. Малый бизнес и стартапы не включены, что ограничивает внешнюю валидность. Возможна обратная причинно-следственная связь: более успешные компании инвестируют в цифровизацию активнее.

Для минимизации смещения использованы инструментальные переменные с временными лагами. Преобладание ИТ-, финансового и промышленного секторов может влиять на структуру эффектов. В выборку не вошли предприятия, прекратившие деятельность до 2023 года. Показатели 2024–2025 гг. получены из стратегических планов и требуют последующей верификации.

Цифровая трансформация представляет собой инженерно-организационный процесс, который охватывает архитектуру информационных систем, подготовку кадров и интеграцию в экосистему партнёров. Эмпирический анализ показал: производительность труда увеличивается на 18–27%, рентабельность - на 12–19%, транзакционные издержки снижаются на 22–35%. Прогнозные сценарии (2024–2025 гг.) при активном внедрении GenAI, 5G и цифровых двойников демонстрируют потенциал прироста производительности до 28–37%. Полученные результаты подтверждают необходимость комплексного подхода к цифровой трансформации, объединяющего платформенные решения, компетенции персонала и экосистемную интеграцию. Результаты проведенного исследования позволяют сформулировать практические рекомендации:

Для бизнеса и предпринимательской среды:

1. Переходить от монолитных систем к платформенной архитектуре (Kubernetes, API-first, микросервисы).
2. Ежегодно направлять 15–20% ИТ-бюджета на повышение квалификации сотрудников (DevOps, ML, облачные технологии).
3. Активно участвовать в экосистемных партнёрствах (не менее 3 внешних интеграций).
4. Начинать цифровую трансформацию на ранних этапах развития — максимальная отдача достигается при $DC \in [0.2; 0.6]$.

Для органов власти:

1. Развивать цифровую инфраструктуру (5G, ЦОДы, широкополосный доступ).
2. Поддерживать инженерные и ИТ-кадры через гранты, налоговые льготы и программы повышения квалификации.
3. Стимулировать экосистемное сотрудничество: развитие B2B-площадок, технопарков, центров компетенций.

Перспектива дальнейших исследований состоит в расширении выборки на малые и средние предприятия; в проведении анализа влияния искусственного интеллекта (GenAI) на производственные и управленческие процессы; в разработке оценочной шкалы цифровой зрелости (Digital Maturity Index) для отраслевого сравнения.

Библиографический список:

1. Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы».
2. Катяло В.С., Медведев Д.А. Платформы и экосистемы в современной теории фирмы // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент.* — 2020. — № 3. — С. 342–363.
3. Моисеев С.Р. Цифровая трансформация банков: теория и практика // *Деньги и кредит.* 2021. № 2. С. 35–45.

4. Шувалов М.В. Экосистемы в цифровой экономике: формирование и развитие // *Вопросы экономики*. — 2022. — № 5. — С. 120–136.
5. Autio E., Nambisan S. Digital Entrepreneurship and Ecosystems // *Entrepreneurship Theory and Practice*. — 2023. — Vol. 47, № 1. — DOI: 10.1177/10422587221104185.
6. Brandenburger A., Nalebuff B. *Co-opetition*. — New York: Currency Doubleday, 2018.
7. Bloom N., Sadun R., Van Reenen J. Management Practices and Digital Transformation // *The Quarterly Journal of Economics*. — 2022. — Vol. 137, № 3. — DOI: 10.1093/qje/qjac012.
8. Christensen C.M., Raynor M.E., McDonald R. What is Disruptive Innovation? // *Harvard Business Review*. — 2020. — Vol. 98, № 12. — P. 102–111.
9. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Официальный сайт. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 10. 08.2025).
10. Gartner Research. *Digital Transformation: A Roadmap for Billion-Dollar Success*. Stamford, CT: Gartner Inc., 2022.
11. Hein A., Schreieck M., Riasanow T. et al. Digital Platform Ecosystems // *Electronic Markets*. — 2020. — Vol. 30. — P. 87–98. — DOI: 10.1007/s12525-019-00380-9.
12. Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ. *Мониторинг цифровой экономики России*. — Москва: НИУ ВШЭ, 2023.
13. Jacobides M. G., Cennamo C., Gawer A. Towards a Theory of Ecosystems // *Strategic Management Journal*. — 2018. — Vol. 39, № 8. — P. 2255–2276. — DOI: 10.1002/smj.2904.
14. Kenney M., Zysman J. The Rise of the Platform Economy // *Issues in Science and Technology*. — 2019. — Vol. 32, № 3. — P. 61–69.
15. НИУ ВШЭ. *Цифровая экономика и общество*. — Москва, 2023.
16. Росстат. *Статистический ежегодник России*. — Москва, 2023. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/yearbook_2023.pdf.
17. Schwab K. *The Fourth Industrial Revolution*. — New York: Crown Publishing, 2018.
18. Teece D.J. Dynamic Capabilities: A Guide for Managers // *California Management Review*. — 2018. — Vol. 60, № 4. — P. 153–174.
19. *Индикаторы цифровой экономики: 2024*. Статистический сборник / НИУ ВШЭ, Росстат, Минцифры России. — Москва, 2024.
20. *Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты*. НИУ ВШЭ, Москва, 2024.
21. *Impact of Digitalization on Corporate Financial Profitability: The Case of Russia*. — ResearchGate, 2024. — DOI: 10.1016/j.jbusres.2024.105843.
22. *An Ecological Perspective to Master the Complexities of the Digital Ecosystem*. — *Nature Communications*. — 2024. — Vol. 15, Article № 2405. — DOI: 10.1038/s44260-024-00036-0.
23. *Geography of Artificial Intelligence Technologies in Russia*. — Springer, 2024. — DOI: 10.1134/S2079970524600525.
24. OECD. *Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future*. — Paris: OECD Publishing, 2023. — DOI: 10.1787/9789264311992-en.
25. PwC. *Digital Transformation Outlook 2024–2025: Lessons from Failed Projects*. — London, 2024.
26. McKinsey Global Institute. *The State of Digital Transformation 2024: What Worked, What Didn't*. — New York, 2024.
27. World Bank. *Digital Economy Diagnostics for Eastern Europe and Central Asia*. — Washington, DC: World Bank Group, 2023.
28. Gartner. *Why 70% of Digital Transformation Projects Fail*. — Research Report, 2023.
29. Счётная палата РФ. *Анализ эффективности внедрения цифровых решений в государственном секторе*. — Москва, 2024.
30. Волков С.А., Кузнецов А.В. Проблемы реализации цифровых инициатив в промышленности РФ // *Вестник экономических исследований*. — 2023. — № 4. — С. 45–57.

References:

1. Decree of the President of the Russian Federation of May 9, 2017, No. 203, "On the Strategy for the Development of the Information Society in the Russian Federation for 2017–2030." (In Russ)
2. Katkalo, V.S., Medvedev, D.A., "Platforms and Ecosystems in the Modern Theory of the Firm." *Bulletin of St. Petersburg University. Management*, 2020;3:342–363. (In Russ)
3. Moiseev, S.R., "Digital Transformation of Banks: Theory and Practice." *Money and Credit*, 2021; 2:35–45. (In Russ)
4. Shuvalov, M.V., "Ecosystems in the Digital Economy: Formation and Development." *Voprosy Ekonomiki*. 2022; 5:120–136. (In Russ)
5. Autio E., Nambisan S. Digital Entrepreneurship and Ecosystems. *Entrepreneurship Theory and Practice*. 2023; 47(1) DOI: 10.1177/10422587221104185.
6. Brandenburger A., Nalebuff B. *Co-opetition*. New York: Currency Doubleday, 2018.
7. Bloom N., Sadun R., Van Reenen J. Management Practices and Digital Transformation. *The Quarterly Journal of Economics*. 2022; 137:3 DOI: 10.1093/qje/qjac012.

8. Christensen C.M., Raynor M.E., McDonald R. What is Disruptive Innovation?. *Harvard Business Review*. 2020; 98(12):102–111.
9. Federal State Statistics Service (Rosstat). Official website. URL: <https://rosstat.gov.ru> (accessed: 10.10.2025). (In Russ)
10. Gartner Research. Digital Transformation: A Roadmap for Billion-Dollar Success. Stamford, CT: Gartner Inc., 2022.
11. Hein A., Schreieck M., Riasanow T. et al. Digital Platform Ecosystems. *Electronic Markets*. 2020;30:87–98. DOI: 10.1007/s12525-019-00380-9.
12. Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, National Research University Higher School of Economics. Monitoring the Digital Economy of Russia. Moscow: National Research University Higher School of Economics, 2023. (In Russ)
13. Jacobides, M. G., Cennamo, C., Gawer, A. “Towards a Theory of Ecosystems”. *Strategic Management Journal*. 2018; 39(8): 2255–2276. DOI: 10.1002/smj.2904.
14. Kenney, M., Zysman, J. “The Rise of the Platform Economy”. *Issues in Science and Technology*. 2019; 32: (3):61–69.
15. National Research University Higher School of Economics. Digital Economy and Society. Moscow, 2023. (In Russ)
16. https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/yearbook_2023.pdf. Rosstat. Statistical Yearbook of Russia. Moscow, 2023. (In Russ)
17. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. New York: Crown Publishing, 2018.
18. Teece D. J. Dynamic Capabilities: A Guide for Managers. *California Management Review*. 2018; 60(4): 153–174.
19. Digital Economy Indicators: 2024. Statistical Digest / HSE, Rosstat, Ministry of Digital Development, Communications and Mass Media of the Russian Federation. Moscow, 2024. (In Russ)
20. Digital Transformation of Industries: Starting Conditions and Priorities. — National Research University Higher School of Economics, Moscow, 2024. (In Russ)
21. Impact of Digitalization on Corporate Financial Profitability: The Case of Russia. - ResearchGate, 2024. - DOI: 10.1016/j.jbusres.2024.105843.
22. An Ecological Perspective to Master the Complexities of the Digital Ecosystem. *Nature Communications*. 2024;15, Article No. 2405. - DOI: 10.1038/s44260-024-00036-0.
23. Geography of Artificial Intelligence Technologies in Russia. Springer DOI: 10.1134/S2079970524600525.
24. OECD. Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future. Paris: OECD Publishing, 2023. DOI: 10.1787/9789264311992-en.
25. PwC. Digital Transformation Outlook 2024–2025: Lessons from Failed Projects. London, 2024.
26. McKinsey Global Institute. The State of Digital Transformation 2024: What Worked, What Didn't. New York, 2024.
27. World Bank. Digital Economy Diagnostics for Eastern Europe and Central Asia. Washington, DC: World Bank Group, 2023.
28. Gartner. Why 70% of Digital Transformation Projects Fail. Research Report, 2023.
29. Accounts Chamber of the Russian Federation. Analysis of the Effectiveness of Implementing Digital Solutions in the Public Sector. Moscow, 2024. (In Russ)
30. Volkov S. A., Kuznetsov A. V. Problems of implementing digital initiatives in the industry of the Russian Federation. *Bulletin of Economic Research*. 2023; 4:45–57. (In Russ)

Сведения об авторах:

Сабина Эминовна Савзиханова, доктор экономических наук, профессор кафедры информационных технологий и информационной безопасности; sse1122@yandex.ru; ORCID 0000-000324928-1715

Тамила Ислахидиновна Исабекова, кандидат физико-математических наук, доцент, зав. кафедрой прикладной математики и информатики; mila775@mail.ru ORCID 0000-0002-2970-594X

Нигара Эминовна Эминова, кандидат экономических наук, доцент кафедры информационных технологий и информационной безопасности; nigara79@yandex.ru; ORCID 0000-0002-0813-0809

Information about authors:

Sabina E. Savzikhanova, Dr. Sci. (Econom.), Prof., Department of Information Technologies and Information Security; sse1122@yandex.ru

Tamila I. Isabekova, Cand. Sci. (Physic. and Mathemat.), Assoc. Prof., Head of the Department of Applied Mathematics and Informatics; mila775@mail.ru ORCID 0000-0002-2970-594X

Nigara E. Eminova, Cand. Sci. (Econom.), Assoc. Prof., Department of Information Technology and Information Security; nigara79@yandex.ru; ORCID 0000-0002-0813-0809

Конфликт интересов/Conflict of interest.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов/The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию/Received 12.08.2025.

Одобрена после рецензирования/Revised 29.09.2025.

Принята в печать/Accepted for publication 04.11.2025.