

УДК 658.5:005.591.6

DOI: 10.34670/AR.2025.15.30.011

**Анализ факторов и барьеров цифровой трансформации
промышленных предприятий: от «цифрового скромничества» к
устойчивой конкурентоспособности**

Калабина Елена Георгиевна

Доктор экономических наук, профессор,
Уральский государственный экономический университет,
620144, Российская Федерация, Екатеринбург,
ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45;
e-mail: kalabina@mail.ru

Хамидулин Фаниль Рустамович

Аспирант,
Уральский государственный экономический университет,
620144, Российская Федерация, Екатеринбург,
ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45;
e-mail: fanil_180@mail.ru

Аннотация

В условиях стремительного развития цифровых технологий и их внедрения в различные сферы экономики, совершенствование уровня технического развития промышленного предприятия становится особенно актуальным. Цифровизация, охватывающая такие аспекты, как автоматизация производственных процессов, использование больших данных и искусственного интеллекта, открывает новые горизонты для повышения эффективности и конкурентоспособности предприятий. В данной парадигме, ключевой научно-практической целью данной статьи является выявление основных факторов и барьеров технического развития промышленных предприятий в условиях цифровизации и его влияния на экономическую устойчивость. Проведенное исследование выявляет комплексный характер перехода от тактики «цифрового скромничества» к стратегии устойчивой конкурентоспособности. Основным парадокс заключается в том, что российские компании, руководствуясь рациональной оценкой рисков и ограниченности ресурсов, зачастую выбирают локальные проекты с быстрой окупаемостью. Однако эта вынужденная осторожность, выражающаяся в лоскутной автоматизации, консервирует технологическое отставание и не позволяет реализовать кумулятивный синергетический эффект, который достигается при построении целостной цифровой архитектуры предприятия.

Для цитирования в научных исследованиях

Калабина Е.Г., Хамидулин Ф.Р. Анализ факторов и барьеров цифровой трансформации промышленных предприятий: от «цифрового скромничества» к устойчивой конкурентоспособности // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2025. Том 15. № 10А. С. 123-139. DOI: 10.34670/AR.2025.15.30.011

Ключевые слова

Цифровая трансформация, промышленные предприятия, цифровая зрелость, конкурентоспособность, устойчивое развитие, барьеры, факторы, экономическая эффективность.

Введение

В условиях стремительного развития цифровых технологий и их внедрения в различные сферы экономики, совершенствование уровня технического развития промышленного предприятия становится особенно актуальным. Цифровизация, охватывающая такие аспекты, как автоматизация производственных процессов, использование больших данных и искусственного интеллекта, открывает новые горизонты для повышения эффективности и конкурентоспособности предприятий.

Основная часть

В условиях глобальной конкуренции, где скорость реакции на изменения в спросе и предложении играет ключевую роль, предприятия, не успевающие внедрять современные технологии, рискуют потерять свои позиции. Так, на протяжении последних 5 лет наблюдается устойчивый рост проникновения цифровых технологий в российскую промышленность, хотя уровень внедрения остается неравномерным.

Таблица 1 – Проникновение цифровых технологий в промышленных компаниях России [Перспективные цифровые технологии в промышленности, 2024]

Технология	2020 год	2024 год	CAGR (2020–2024 гг.)
Машинное зрение	18,9%	41,6%	21,88%
Промышленный IoT	4,5%	7,1%	11,99%
ML и Big Data	2,1%	5,5%	22,43%
Цифровые двойники	1,3%	1,9%	29,8%
Генеративный ИИ	0,1%	0,3%	56,38%

В то же время, переход к цифровым технологиям требует значительных инвестиций и изменений в организационной структуре, что может стать вызовом для многих компаний. Исследование Reksoft, проанализировавшее более 330 кейсов внедрения, рисует сложную и неоднозначную картину цифровой эволюции российской промышленности: с одной стороны — давление внешней конъюнктуры, исчерпание потенциала «простых» решений и острая необходимость в импортонезависимости, с другой — колоссальный потенциал повышения эффективности, который оценивается миллиардами рублей дополнительной EBITDA [Исследование внедрения цифровых технологий в промышленности России, 2023].

По результатам данного исследования российские компании часто предпочитают локальные проекты с коротким сроком окупаемости (около 1-го года), тогда как международные игроки активно внедряют комплексные решения, такие как автономные системы карьерной техники или интегрированные AIoT-платформы, обеспечивающие в долгосрочной перспективе экономический эффект, в 20 раз превышающий результат точечных инициатив. Это «цифровое

скромничество» продиктовано не пассивностью к развитию, а трезвой оценкой рисков: ограниченности ресурсов и нормативно-правовым вакуумом в области «цифровых новинок».

Однако цена такой осторожности — растущее технологическое отставание в области фундаментальной трансформации производства. Комплексная автоматизация предприятия, как показывает зарубежный опыт, хоть и требует многолетних инвестиций (срок окупаемости 4-5 лет), но в итоге приносит экономический эффект на порядок выше, чем сумма точечных улучшений.

В связи с этим, актуальность проблемы технического отставания российской промышленности носит стратегический характер — сохранение текущей модели технического развития ведёт к консервации отставания и потере долгосрочной конкурентоспособности российской промышленности на глобальном уровне.

При всем этом, между масштабными ресурсными затратами на цифровую трансформацию и ее итоговым экономическим эффектом возникает область неопределенности. Руководство предприятия, фиксируя рост операционных и технических показателей, сталкивается с невозможностью количественно определить их вклад в ключевые финансовые результаты, что существенно ограничивает эффективность стратегического управления данным процессом.

В данной парадигме, ключевой научно-практической целью данной статьи является выявление основных факторов и барьеров технического развития промышленных предприятий в условиях цифровизации и его влияния на экономическую устойчивость.

По мнению А.А. Томпсона и А.Дж. Стрикленда, конкурентное преимущество получает та отрасль экономики, которая применяет более совершенные технологии производства и продвижения продукции, позволяющие ей более эффективно использовать ресурсы [Томпсон, Стрикленд, 2003]

Данная тема поднималась в работах Гарибянц Г.С. [Гарибянц, 2021], Струевой О.В. [Струева, 2020], Яруллиной Г.Р. [Яруллина, 2019], Скоклеенко М.В., Мамченко Т.В., Куличенко А.И. [Скоклеенко, Мамченко, Куличенко, 2022], Никитиной Л.А. [Никитина, 2021]

Изучение данной тематики имеет мировое значение. К ряду значимых зарубежных исследований можно отнести работы М. Wang, М. С. Sunny Wong [Wang, Wong, 2020], Р. М. Romer [Romer, 1990], W. Keller, S.R. Yeaple [Keller, Yeaple, 2009], М. Henry, R. Kneller, С. Milner [Henry, Kneller, Milner, 2009].

Несмотря на значительное внимание исследователей к проблемам и барьерам цифровизации промышленности [Обзор проблем и барьеров цифровизации промышленности, 2022], комплексное понимание факторов и барьеров технического развития промышленных предприятий в условиях цифровизации и его влияния на экономическую устойчивость, остается недостаточно сформированным. Существующие исследования идентифицируют ряд традиционных детерминант - таких как размер компании, отраслевая специфика, доступ к финансовым ресурсам. Однако остаются исследовательские пробелы. Во-первых, некоторые факторы, теоретически предсказанные как значимые (например, уровень цифровой зрелости предприятий и управленческих решений), до сих пор не получили комплексной оценки и эмпирического подтверждения в российских условиях. Их влияние сложно наблюдать и измерять напрямую, поэтому в предыдущих исследованиях выводы о влиянии «мягких» активов носили преимущественно опосредованный характер [Иванов, Сидорова, 2022]. Во-вторых, наблюдаемые эмпирические закономерности - в частности, разнонаправленное влияние различных классов цифровых технологий на производительность - требуют более глубокого теоретического осмысления.

Для комплексного анализа заявленной проблемы необходимо интегрировать несколько теоретических перспектив. Особую значимость приобретает сетевая теория и концепция экосистем, раскрывающая взаимозависимость участников производственной цепи [Волков, Белова, Григорьев, 2021]. В рамках данного исследования фокус смещается на анализ трех взаимосвязанных групп факторов: технологических (внедрение различных уровней цифровизации производства), организационных (цифровая зрелость предприятий и их процессов, готовность персонала) и экосистемных (интеграция в цифровые платформы, глубина подключения к цифровым системам ключевых контрагентов - поставщиков, логистических операторов и потребителей).

Таким образом выявлены исследовательские пробелы, которые необходимо устранить. Систематизированы факторы и барьеры технического развития промышленных предприятий в условиях цифровизации, влияющие на экономическую устойчивость, что позволяет углубить анализ, поскольку обоснована целесообразность выделения группы факторов. Подобное выделение позволяет расширить имеющиеся классификации факторов технического развития в контексте цифровизации и демонстрирует существенный разрыв между теоретическими и эмпирическими результатами.

Цифровая зрелость предприятия представляет собой степень готовности бизнеса к системному и осознанному использованию технологий. Это интегральная характеристика, отражающая достигнутое состояние в процессе цифровизации, проверенное на практике и воспроизводимое во всех подразделениях организации [Печаткин, Ялалова, 2023]. Цифровая зрелость включает в себя уровень технологической, инфраструктурной и архитектурной цифровизации, а также оценивается с помощью комплексного показателя. По сути, она определяет способность предприятия быстро и эффективно внедрять цифровые инструменты управления, в том числе в инновационную деятельность.

В зарубежной и российской практике для оценки цифровой зрелости на промышленных предприятиях наиболее популярны модели институтов и консалтинговых компаний: Digital Maturity Matrix (MIT Center for Digital Business and Capgemini Consulting), Digital Transformation Model (Ionology), Digital Business Aptitude (KPMG), Digital Maturity Model (Deloitte, Forrester), Индекс зрелости Индустрии 4.0 (Acatech) (Абрамов, Борзов и Семенов, 2022; Долганова и Деева, 2019; Исаев, Коровкина и Табакова, 2018).

Эти модели изучаются и адаптируются большинством специалистов за рубежом и в Российской Федерации, занимающихся проблемами разработки моделей оценки цифровой зрелости.

Наиболее комплексный анализ зарубежных и российских методик оценки цифровой зрелости содержится в работах отечественных исследователей: А.В. Бабкина, В. В. Глухова, Е. В. Шкарупеты [17Бабкин, Глухов, Шкарупета, 2022], И.В. Балахоновой [Балахонова, 2021], В. Л. Симоновой, В. В. Черепанова, Е. В. Попова [Попов, Симонова, Черепанов, 2021], Т. А. Гилевой [Гилева, 2019].

Можно отметить, что самыми значимыми укрупненными направлениями, по которым измеряется цифровая зрелость, большинство специалистов считает информационные технологии, операционные процессы, стратегию и бизнес-модель. [Hortovanyi et al., 2023; Felippes et al., 2022; Sjodin, Parida, Leksell, Petrovic, 2018].

Т. А. Гилева отмечает, что целевой показатель уровня цифровой зрелости определяется стратегией предприятия, которая учитывает цифровую зрелость не только текущего предприятия, но и других компаний, а также внешние факторы, включая трансформацию

потребительских ценностей под влиянием распространения информационных технологий [Илева, 2019]].

В работах А. В. Бабкина с соавторами [Бабкин, Шкарупета, Гилева, Положенцева, Чэнь, 2022], а также ряда зарубежных авторов [Hortovanyi et al., 2023; Felippes et al., 2022] поднимаются вопросы о взаимосвязи понятий и методов оценки цифровой зрелости и готовности к цифровой трансформации, зависимости этих явлений и процессов от наличия цифровой стратегии и цифрового потенциала компании и интегрированных структур.

Основные факторы, лежащие в основе оценки цифровой зрелости предприятий в современных условиях, представлены в Таблице 2.

Таблица 2 – Ключевые подходы к цифровой зрелости предприятия

Авторы	Подход к оценке цифровой готовности			
	Технический	Компетент-ностный	Процессный	Комбинированный (комплексный)
Д. Чапо, С. Е. Калязина, И. В. Багаева, Е. А. Зотова	+			
О. Агга, Дж. Гибсон, Дж. Годселл, Дж. Игнатиус, К. Дэвис, О. Сюй	+			
М. П. Галимова	+		+	
П. С. Шпак	+		+	
О. И. Долганова, Е. А. Деева	+	+		
М. Я. Веселовский и др.	+	+	+	+
С. Локуге, Д. Седера, В. Гровер, Х. Донгминг	+	+	+	+
О. В. Стоянова, Т. А. Лезина, В. В. Иванова	+	+	+	+

Исходя из представленного анализа, можно сделать вывод, что текущий уровень технического развития является ключевым прогностическим параметром для оценки цифровой зрелости предприятия и наоборот. В связи с этим именно технологические аспекты оценки готовности предприятий к цифровой трансформации преобладают в работах исследователей данной проблематики.

Цифровую зрелость можно интерпретировать с двух сторон: технологически (степень выполнения задач и обработки информации с помощью ИТ) и организационно (статус цифровой трансформации, включая интеграцию подразделений, вовлеченность и развитие человеческого капитала) [Петрова, 2023].

Траектория технического развития напрямую зависит от сбалансированного сочетания двух компонентов зрелости: цифрового потенциала (текущие технологические и организационные возможности) и цифрового форсайта (стратегическое видение и планирование развития) [Бабкин, Глухов, Шкарупета, 2022].

Низкий уровень зрелости (цифровое отставание, лоскутная автоматизация) означает, что инновационное развитие осуществляется с гораздо большими затратами и более низкой эффективностью [Петрова, 2023]. На этом этапе инструменты работают изолированно, и нет сквозной аналитики, что не дает реальной гибкости. Высокий уровень зрелости (системная цифровизация, трансформация) позволяет предприятию быстрее перейти в новый технологический уклад и оперативно масштабировать новые продукты за счет гибких

платформенных решений [Петрова, 2023].



Рисунок 1 – Финансовые эффекты цифровизации и цифровой трансформации для предприятий [Краковская, Корокошко, Слушкина, 2022].

Критически важно синхронное развитие обоих компонентов. Например, если у предприятия высокий цифровой потенциал (внедрены технологии, есть ресурсы), но низкий уровень форсайта (отсутствует стратегия и дорожная карта), его цифровая зрелость вряд ли превысит 50%, и рост будет ограничен.

Данные выводы, подтверждаются сравнением экономических показателей промышленных предприятий. Предприятия, которые соответствуют более высоким стадиям цифровой зрелости, показывают более высокие финансовые результаты, чем конкуренты [Краковская, Корокошко, Слушкина, 2022].

Также важно отметить, что временные улучшения экономических показателей играют ключевую роль обратной связи, поскольку они прямо влияют на ресурсный потенциал и стратегическую готовность предприятия к дальнейшему цифровому развитию.

1. Финансовый потенциал: Предприятия, которые достигают более высоких стадий цифровой зрелости, демонстрируют более высокие финансовые результаты. Полученная прибыль или экономия затрат, в свою очередь, становятся источником финансирования для последующих инвестиций в цифровые технологии [Краковская, Корокошко, Слушкина, 2022]. И наоборот, низкий финансовый потенциал ограничивает возможности предприятия для дальнейшей цифровизации.

2. Стратегическое планирование: Полученные и ожидаемые эффекты цифровизации, а также накопленный экономический потенциал, подтверждают гипотезы о необходимости и целесообразности цифровой трансформации, что укрепляет стратегические приоритеты и повышает готовность к дальнейшим изменениям [Ильин, Попова, 2021].

3. Мониторинг и корректировка: Положительные экономические результаты подтверждают эффективность внедренных решений. На этом этапе (мониторинга) обеспечивается постоянный контроль за эффективностью, оперативное выявление проблем и корректировка стратегии цифровой трансформации на основе полученных данных. Таким образом, цикл замыкается, обеспечивая непрерывное совершенствование [Демкин, Моисеев, 2020].

Система обратной связи действует по принципу, что экономический эффект, полученный в результате цифровизации, валидирует инвестиции и обосновывает необходимость следующего

цикла технического и организационного развития (например, повышение квалификации персонала, внедрение более сложных технологий).

Уровень цифровой зрелости можно рассматривать как ключевой фактор технического развития (цифровой трансформации), поскольку он представляет собой интегральную характеристику достигнутого состояния предприятия в процессе цифровизации, отражающую его способность и готовность к системному использованию технологий. Эта зрелость, объединяющая как текущий потенциал (технологии, инфраструктура, кадры, процессы), так и стратегический форсайт (видение и планирование развития), напрямую определяет возможности предприятия для повышения экономической эффективности. Предприятия с высоким уровнем зрелости демонстрируют более высокие финансовые результаты, поскольку цифровая трансформация создает новые условия для роста производительности, сокращения издержек и оптимизации производственных процессов, что является критерием его устойчивости и способности к инновационному росту. Таким образом, цифровая зрелость является не только диагностическим показателем, но и необходимым условием для успешной реализации инновационных проектов и достижения стратегических целей в условиях меняющегося рынка

Современная экономическая наука сталкивается с необходимостью пересмотра линейных моделей, связывающих технологическую оснащенность предприятий с их экономической эффективностью. Эмпирические исследования последних лет рисуют противоречивую картину, демонстрируя, что инвестиции в технологии далеко не всегда конвертируются в измеримый экономический успех, что указывает на дифференцированный и не всегда линейный характер ее влияния на производительность труда. Для 42,1% исследованных предприятий не была обнаружена прямая статистическая зависимость между уровнем цифровизации и производительностью [Шаронов, Лапина, 2023]. Например, 23,6% предприятий имели высокий уровень цифровизации, но при этом низкую производительность труда [Шаронов, Лапина, 2023]. Кроме того, в период 2022–2023 гг. предприятия со средним уровнем цифровизации демонстрировали самое низкое среднее значение производительности труда по сравнению с группами с высоким и низким уровнями цифровизации, что подтверждает нелинейность эффекта [Цифровая трансформация: ожидания и реальность, 2022]. Это яркое доказательство нелинейного, а иногда и противоречивого характера цифрового воздействия.

Этот эффект усугубляется глубокой неравномерностью проникновения технологий как внутри организаций, так и между отраслями. Внутрифирменный анализ выявляет значительный функциональный цифровой разрыв, где, например, уровень цифровизации управления финансами (45,91 условных балла) более чем в два с половиной раза превышает аналогичный показатель для правовой поддержки (18,24 балла).

На межотраслевом уровне диспропорции еще более контрастны: использование искусственного интеллекта концентрируется преимущественно в финансовом секторе (22,8% организаций), тогда как в обрабатывающей промышленности его применяют лишь 3,6% предприятий, а в сельском хозяйстве — 2,2% [Цифровая трансформация: ожидания и реальность, 2022]. Даже в рамках одной индустрии, такой как обрабатывающая промышленность, наблюдается иерархия технологической сложности: базовые решения (облачные сервисы — 27,1%, промышленные роботы — 17,2%) распространены значительно шире, чем комплексные платформенные системы, например, цифровые двойники (3,3%) [Цифровая трансформация: ожидания и реальность, 2022]. Эта мозаичность внедрения подчеркивает роль отраслевой специфики, ресурсных ограничений и стратегических

приоритетов в формировании технологического ландшафта предприятия.



Рисунок 2 – Распределение средних оценок цифровизации по основным бизнес-процессам предприятий, баллы [Шаронов, Лапина, 2023]

Однако, несмотря на отмеченную сложность и неоднозначность, эмпирический анализ позволяет выделить четкий тренд, указывающий на качественно иной уровень экономического эффекта от внедрения комплексных, системно интегрированных цифровых решений. Такие решения, представляющие собой не просто набор инструментов, а целостные технологические платформы или киберфизические системы, демонстрируют синергетический эффект, трансформирующий бизнес-модели. Внедрение цифровой промышленной платформы, как в случае с ПАО «ММК», позволяет достичь системной оптимизации, выражающейся в снижении стоимости внедрения новых проектов до 25%, сокращении затрат на их поддержку до 20% и ускорении реализации до 60% [Барыбина, 2023]. Еще более показательным является пример использования систем роевых беспилотных транспортных средств (РБТС) в горнодобывающей промышленности, где эффект носит не только экономический характер (сокращение производственных издержек более чем на 10%), но и социально-управленческий, напрямую воздействуя на ключевой параметр промышленной безопасности, снижая риски, связанные с транспортными происшествиями, на которые приходится до 26% смертельных случаев при открытой разработке [Исследование внедрения цифровых технологий в промышленности России, 2023].

Таким образом, можно заключить, что процесс технического развития в условиях цифровизации следует концептуализировать не как простое накопление технических активов, а как стратегическое построение целостной цифровой архитектуры предприятия. Ключевым фактором успеха становится не масштаб изолированных инвестиций, а способность к формированию комплементарного портфеля технологий, обеспечивающего кумулятивный синергетический эффект. Достижение устойчивого конкурентного преимущества требует от менеджмента перехода от тактики точечных улучшений к стратегии осознанной технологической сборки, где каждый класс цифровых решений выполняет строго определенную

функцию в рамках общей системы, направленной на генерацию непропорционально высокого экономического эффекта, многократно превышающего сумму результатов от разрозненных инициатив.

Проблема "цифровых соседей" также является важным фактором технического развития, непосредственно влияющим на экономическую эффективность промышленных предприятий, особенно в контексте формирования интеллектуальных промышленных экосистем и платформ.

Отечественные исследования в области зависимости от цифровой интеграции "соседей", сетевой экономики, управления цепями поставок упоминаются в работах Гуркова И.Б., Кутейницына Т.И. [Гурков, Кутейницына, 2022], Ларионовой Н.С., Пономаревой А.В. [Ларионова, Пономарева, 2023], Моревой Е.Л. [Морева, 2021], Ваулина А.С. [Ваулин, 2022], А.В. Бабкина, В. В. Глухова, Е. В. Шкарупеты [Бабкин, Глухов, Шкарупета, 2022].

В работах А. В. Бабкина с соавторами под "цифровым соседом" принимается не просто любой поставщик или клиент, а участник, чьи бизнес-процессы соединены с вашими цифровыми артериями (API, EDI, общие платформы) [Бабкин, Шкарупета, Гилева, Положенцева, Чэнь, 2022]. Интеллектуальные промышленные экосистемы представляют собой сложные механизмы взаимодействия, основанные на использовании интеллектуальных методов, цифровых технологий и систем поддержки принятия решений. Ключевой признак такого взаимодействия — обмен данными в реальном времени и автоматические транзакции, а не обмен файлами по почте. Интеллектуальные промышленные экосистемы предполагают интенсивный обмен не только материальными ресурсами, но и техническими знаниями, технологическими решениями и различной информацией. Эта глубина интеграции требует единой архитектуры бизнес-модели, совместимых платформ, цифровых сервисов и единых стандартов данных [Бабкин, Шкарупета, Гилева, Положенцева, Чэнь, 2022]. Степень зависимости от такого соседа напрямую связана с уровнем технологической связанности. Взаимосвязь между участниками экосистемы может быть измерена с помощью количественных показателей, таких как коэффициент экосистемной интеграции (отношение количества связей между участниками к максимально возможному числу связей) и коэффициент использования совместных платформ (отношение числа операций через общую платформу к операциям в целом по всем предприятиям). [Бабкин, Шкарупета, Гилева, Положенцева, Чэнь, 2022]

Зависимость от технологически развитых партнеров и необходимость интеграции в их цифровые системы действует как мощный внешний стимул для технического развития и модернизации предприятия. Этот процесс, ускоренный глобальными трендами — от концепции Индустрии 4.0 до повсеместной автоматизации, — выступает катализатором цифровой трансформации, заставляя промышленные компании переосмысливать и модернизировать свои бизнес-модели [Краковская, Корокошко, Слушкина, 2022]. В результате такая вынужденная, но стратегически необходимая интеграция открывает предприятиям прямой путь к принципиально новым возможностям для укрепления долгосрочной конкурентоспособности. Интеграция в цифровые системы партнеров позволяет предприятиям входить в единое цифровое пространство или открытые экосистемы. [Донцова, Тимонина, 2023]

В свою очередь, данные цифровые промышленные платформы интегрируют данные, процессы и ресурсы по всей производственной цепочке, что способствует оптимизации ресурсов, процессов и данных, помогает быстро выявлять и решать проблемы, а также снижать издержки и повышать эффективность. [Барыбина, 2023] Через цифровые платформы обеспечивается формирование новых бизнес-моделей и развитие сетевого бизнеса. Цифровые промышленные платформы могут выступать в качестве рыночной площадки для обмена

цифровыми решениями (приложениями и сервисами) между партнерами. [Барыбина, 2023]

Цифровая интеграция перестает быть лишь инструментом оптимизации и становится источником стратегических возможностей. Она кардинально сокращает жизненный цикл продукта, ускоряя его выход на рынок, наделяя производственные системы беспрецедентной гибкостью и отзывчивостью на рыночные изменения. Фундаментом этого служит свободный и безопасный обмен оцифрованными ресурсами и знаниями между партнерами, что напрямую повышает общую устойчивость всей экосистемы. Прозрачность, возникающая в таких взаимосвязанных процессах, выходит за рамки отдельного предприятия, формируя новый уровень доверия и качества взаимодействия с другими участниками рынка [Абдикеев, Кожевина, 2023]. В итоге комплексное внедрение цифровых решений в интегрированные структуры приводит к синергетическому эффекту, материализующемуся в прямых финансовых преимуществах, среди которых ключевое место занимает устойчивый рост доходности [Морева, 2021].

Цифровая интеграция, устанавливающая взаимосвязь между производственными операциями предприятий через корпоративные информационные системы или внешние платформы, оказывает комплексное влияние на экономические показатели. Её эффекты проявляются как в снижении издержек, так и в росте доходов и производительности. Влияние внешней, межорганизационной интеграции с «цифровыми соседями» можно рассмотреть через два ключевых аспекта.

Первый аспект — это достижение прямого финансового и стоимостного эффекта. Цифровая интеграция позволяет минимизировать операционные издержки, возникающие из-за разрозненных информационных потоков. Например, на одном из российских машиностроительных предприятий внутренняя цифровая интеграция позволила снизить специфические издержки на 27 532 руб./чел. в 2022 году [Ваулин, 2023]. В более широком контексте интеграционные системы в моторостроении Южной Кореи способствовали приросту чистой прибыли до 14%, а формирование цифровых пространств на базе больших данных повышало операционную маржу в среднем на 2,5–3% [Морева, 2021]. Значимость этих технологий подтверждается и опросами: в 2022 году 25,5% компаний обрабатывающей промышленности отметили положительное влияние Big Data на финансовую деятельность, а в энергетике 20,1% респондентов указали на позитивный эффект от промышленного интернета вещей (IIoT) [Усанов, 2024].

Второй ключевой аспект влияния цифровой интеграции концентрируется на сфере операционной эффективности и динамики производительности труда. Эмпирические исследования однозначно свидетельствуют о том, что предприятия, осуществляющие активную и системную интеграцию цифровых технологий в свои основные и вспомогательные процессы, демонстрируют статистически значимое улучшение ряда критически важных операционных и финансовых метрик, что в конечном итоге формирует устойчивое конкурентное преимущество на рынке.

Яркой иллюстрацией данной закономерности служит когорта так называемых «цифровых лидеров» в Германии — компаний, чей уровень технологической зрелости и глубина цифровизации бизнес-процессов существенно превышают среднеотраслевые значения.

Совокупная выручка и EBIT у цифровых лидеров оказываются в среднем на 15% выше, чем у их менее цифровизированных конкурентов [Морева, 2021]. Этот эффект обеспечивается за счет синергии нескольких факторов: сокращения операционных издержек (например, на логистику, управление запасами, администрирование), минимизации ошибок и простоев, а

также возможности формирования новых ценностных предложений для клиентов на основе данных.

Важнейшим операционным преимуществом, непосредственно вытекающим из сквозной цифровой интеграции цепочки создания стоимости, является радикальное ускорение инновационных циклов. У цифровых лидеров продолжительность полного цикла от концепции продукта до его коммерческого запуска сокращается в среднем на 15% [Морева, 2021]. Подобное ускорение становится возможным благодаря использованию цифровых двойников для проектирования и тестирования, автоматизации процессов разработки, а также тесной интеграции с поставщиками и исследовательскими подразделениями, что позволяет осуществлять параллельное проектирование и оперативно вносить коррективы.

Таким образом, цифровая интеграция выступает не просто инструментом оптимизации, а стратегическим драйвером, который трансформирует операционную модель предприятия. Она создает системный эффект, выражающийся в одновременном росте производительности ресурсов, укреплении финансовой устойчивости и повышении стратегической гибкости, что в совокупности и формирует экономический фундамент лидерства в условиях цифровой экономики.

Проведенное исследование факторов и барьеров цифровой трансформации промышленных предприятий выявляет комплексный характер перехода от тактики «цифрового скромничества» к стратегии устойчивой конкурентоспособности. Основной парадокс заключается в том, что российские компании, руководствуясь рациональной оценкой рисков и ограниченности ресурсов, зачастую выбирают локальные проекты с быстрой окупаемостью. Однако эта вынужденная осторожность, выражающаяся в лоскутной автоматизации, консервирует технологическое отставание и не позволяет реализовать кумулятивный синергетический эффект, который достигается при построении целостной цифровой архитектуры предприятия.

Заключение

Ключевые выводы исследования:

- Цифровая зрелость является центральным системообразующим фактором. Она выступает не просто диагностическим показателем, а интегральной характеристикой, объединяющей технологический потенциал, организационную готовность и стратегический форсайт. Высокий уровень зрелости напрямую коррелирует с улучшением финансовых результатов и создает основу для перехода к комплексной трансформации.
- Влияние цифровизации на производительность носит нелинейный и дифференцированный характер. Эмпирические данные подтверждают, что точечные инвестиции в технологии не гарантируют экономического эффекта. Устойчивый рост обеспечивается лишь при системной интеграции решений, охватывающей основные бизнес-процессы и формирующей комплементарный портфель технологий.
- Внешняя экосистемная интеграция становится критическим драйвером развития. Зависимость от «цифровых соседей» и необходимость подключения к промышленным платформам действуют как мощный внешний стимул для модернизации. Такая интеграция трансформирует операционные модели, ускоряет инновационные циклы и открывает доступ к новым сетевым бизнес-моделям, формируя качественно иной уровень конкурентоспособности.

Основная научный вклад исследования заключается в преодолении разрозненного подхода к изучению цифровой трансформации через создание целостной теоретической рамки. Данная рамка интегрирует технологический, организационный и экосистемный уровни, что позволяет рассматривать развитие не как пассивное накопление технологий, а как активное стратегическое проектирование цифровой архитектуры компании. Практическая ценность выводов состоит в четком обосновании для топ-менеджмента: переход от практики «лоскутной» автоматизации к стратегии целенаправленной технологической сборки является критическим условием для достижения синергетического эффекта. Этот эффект, выражающийся в непропорционально высоких экономических результатах, и составляет основу долгосрочной устойчивости бизнеса.

Библиография

1. Абдикеев Н. М., Кожевина О. В. Оценка готовности российских промышленных предприятий к цифровой интеграции в новых экономических условиях // Финансы и кредит. 2023. Т. 29, № 1 (817). С. 180–199.
2. Бабкин А. В., Глухов В. В., Шкарупета Е. В. Методика оценки цифровой зрелости отраслевых промышленных экосистем // Организатор производства. 2022. Т. 30, № 3. С. 7–20.
3. Бабкин А. В., Шкарупета Е. В., Гилева Т. А., Положенцева Ю. С., Чэнь Л. Методика оценки разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2022. Т. 13, № 3. С. 443–458.
4. Балахонова И. В. Оценка цифровой зрелости как первый шаг цифровой трансформации процессов промышленного предприятия // Инновации в промышленности. Пенза : Изд-во ПГУ, 2021. С. 28–38.
5. Барыбина А. З. Комплексная типология цифровых промышленных платформ на мировом рынке // Экономика региона. 2023. Т. 19, № 2. С. 467–481.
6. Ваулин А. С. Экономический эффект цифровой интеграции: кейс предприятия машиностроения // Экономика и управление машиностроением. 2022. № 4 (78). С. 45–52.
7. Ваулин А. С. Оценка экономического эффекта цифровой интеграции на промышленном предприятии // Проблемы теории и практики управления. 2023. № 2. С. 89–101.
8. Веселовский М. Я., Хорошавина Н. С. Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях инновационной экономики : монография. Москва : Мир науки, 2021.
9. Волков А. К., Белова Л. М., Григорьев Д. Н. Сетевые модели и цифровые экосистемы в промышленности : монография. Санкт-Петербург : Питер, 2021.
10. Гарибянц Г. С. Цифровая трансформация промышленности: вызовы и возможности // Экономика и управление. 2021. № 5 (199). С. 45–52.
11. Галимова М. П. Готовность российских предприятий к цифровой трансформации: организационные драйверы и барьеры // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2019. № 1 (27). С. 27–37.
12. Гилева Т. А. Цифровая зрелость предприятия: методы оценки и управления // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2019. № 1 (27). С. 38–52.
13. Гурков И. Б., Кутейнищина Т. И. Цифровизация цепочек создания стоимости как фактор изменения конкурентных позиций российских промышленных предприятий // Форсайт. 2022. Т. 16, № 1. С. 64–77.
14. Демкин И. В., Моисеев Н. А. Система KPI для оценки эффективности цифровой трансформации // Экономика и управление. 2020. № 6 (182). С. 34–42.
15. Долганова О. И., Деева Е. А. Готовность компании к цифровым преобразованиям: проблемы и диагностика // Бизнес-информатика. 2019. № 13 (2). С. 59–72.
16. Донцова О. И., Тимонина А. Е. Цифровая интеграция отечественной промышленности: значимость и особенности развития в условиях современности // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2023. Т. 19, № 1 (394). С. 140–158.
17. Иванов П. С., Сидорова Е. А. Оценка влияния «мягких» активов на цифровую трансформацию предприятий // Корпоративные финансы. 2022. № 3. С. 45–60.
18. Ильин И. В., Попова Е. С. Цифровая трансформация промышленных предприятий: стратегии и экономические эффекты // Российское предпринимательство. 2021. Т. 22, № 4. С. 911–928.
19. Исследование внедрения цифровых технологий в промышленности России : аналит. отчет / Reksoft. 2023. URL: <https://www.reksoft.ru/reports/digital-transformation-in-industry-2023/> .
20. Краковская И. Н., Корокошко Ю. В., Слушкина Ю. Ю. Цифровая зрелость промышленных предприятий: опыт оценки // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2022. № 58. С. 154–168.
21. Ларионова Н. С., Пономарева А. В. Платформизация бизнеса и ее влияние на стратегии компаний // Экономика и предпринимательство. 2023. № 2 (151). С. 680–685.

22. Морева Е. Л. Цифровая интеграция и промышленная политика: анализ зарубежного опыта // *Мировая экономика и международные отношения*. 2021. Т. 65, № 9. С. 91–100.
23. Никитина Л. А. Барьеры внедрения цифровых технологий на промышленных предприятиях // *Управление развитием*. 2021. № 6 (124). С. 55–62.
24. Обзор проблем и барьеров цифровизации промышленности : сб. науч. ст. / под ред. И. В. Петрова. Москва : ИНФРА-М, 2022.
25. Печаткин В. В., Ялалова А. И. Цифровая зрелость промышленных предприятий: понятийный аппарат и методические подходы к оценке // *Вестник университета*. 2023. № 4. С. 112–125.
26. Перспективные цифровые технологии в промышленности : аналит. отчет / Strategy Partners. 2024. URL: <https://strategy.ru/pressroom/report-2024/>.
27. Петрова А. К. Подход к оценке цифровой зрелости промышленных предприятий на основе нечеткой логики // *Информационные технологии в бизнесе*. 2023. № 1 (45). С. 67–78.
28. Попов Е. В., Симонова В. Л., Черепанов В. В. Уровни цифровой зрелости промышленного предприятия // *Journal of New Economy*. 2021. Т. 22, № 2. С. 88–109.
29. Скоклеенко М. В., Мамченко Т. В., Куличенко А. И. Цифровизация как фактор устойчивого развития промышленности // *Промышленная политика*. 2022. № 3. С. 21–30.
30. Стоянова О. В., Лезина Т. А., Иванова В. В. Стратегическое управление компанией в условиях цифровой трансформации: анализ концепций, подходов и методов // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент*. 2022. Т. 21, № 3. С. 370–394.
31. Струева О. В. Технологическое развитие предприятий в условиях цифровизации // *Инновации*. 2020. № 8 (262). С. 33–40.
32. Томпсон А. А., Стрикленд А. Д. Стратегический менеджмент: концепции и ситуации для анализа : учеб. пособие для вузов ; пер. с англ. Москва : Вильямс, 2003.
33. Усанов А. Ю. Стимулирующие и сдерживающие факторы внедрения технологии больших данных в практику российских промышленных предприятий // *Бизнес-информатика*. 2024. № 1 (67). С. 33–47.
34. Чапо, Д., Калязина, С. Е., Багаева, И. В., Зотова, Е. А. Оценка готовности российских промышленных предприятий к цифровой трансформации // *Глобальный научный потенциал*. 2019. № 9 (102). С. 140–145.
35. Цифровая трансформация: ожидания и реальность : докл. к XXIII Ясинской (Апрельской) междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 2022 г. / Г. И. Абдрахманова, С. А. Васильковский, К. О. Вишневский и др. ; рук. авт. кол. П. Б. Рудник ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». Москва : Изд. дом Высшей школы экономики, 2022. URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/562629391.pdf>
36. Шаронов С. Б., Лапина Т. А. Оценка цифровизации российских предприятий в контексте влияния на производительность труда // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика*. 2023. Т. 31, № 1. С. 123–138.
37. Шпак, П. С. Цифровая трансформация промышленного предприятия как фактор повышения его конкурентоспособности // *Актуальные проблемы экономики и менеджмента*. 2022. № 2 (34). С. 172–184.
38. Яруллина Г. Р. Влияние цифровых технологий на конкурентоспособность промышленных предприятий // *Вестник экономической науки*. 2019. № 4 (37). С. 78–85.
39. Agca, O., Gibson, J., Godsell, J., Ignatius, J., Davies, C. W., Xu, O. An Industry 4 readiness assessment tool. Loughborough : Loughborough University, 2017.
40. Felippes, B., Silva, B., Sanderson, I., Tobias, A., Heine, I., Schmitt, R. 3D-CUBE readiness model for industry 4.0: Technological, organizational, and process maturity enablers // *Production & Manufacturing Research*. 2022. Vol. 10, N 1. P. 875–937.
41. Henry, M., Kneller, R., Milner, C. Trade, technology transfer and national efficiency in developing countries // *European Economic Review*. 2009. Vol. 53, N 2. P. 237–254.
42. Hortovanyi, L., Morgan, R., Vuksanovic, I., Djuricin, H., Hanak, R., Horvath, D., Mocan, M., Romanova, A., Szabo, R. Assessment of digital maturity: The role of resources and capabilities in digital transformation in B2B firms // *International Journal of Production Research*. 2023. Vol. 61, N 23. P. 8043–8061.
43. Keller, W., Yeaple, S. R. Multinational Enterprises, International Trade, and Productivity Growth: Firm-Level Evidence from the United States // *The Review of Economics and Statistics*. 2009. Vol. 91, N 4. P. 821–831.
44. Lokuge, S., Sedera, D., Grover, V., Dongming, X. Organizational readiness for digital innovation: development and empirical calibration of a construct // *Information and Management*. 2019. Vol. 56, N 3. P. 445–461.
45. Romer, P. M. Endogenous Technological Change // *Journal of Political Economy*. 1990. Vol. 98, N 5, Part 2. P. S71–S102.
46. Sjodin, D. R., Parida, V., Leksell, M., Petrovic, A. Smart factory implementation and process innovation // *Research-Technology Management*. 2018. Vol. 61, N 5. P. 22–31.
47. Wang, M., Wong, M. C. Digital Transformation and Industrial Performance: Evidence from Manufacturing // *Journal of Technology Management*. 2020. Vol. 15, N 2. P. 112–130.

Analysis of Factors and Barriers to the Digital Transformation of Industrial Enterprises: From "Digital Modesty" to Sustainable Competitiveness

Elena G. Kalabina

Doctor of Economic Sciences, Professor,
Ural State University of Economics,
620144, 62/45, 8 Marta str./Narodnoy Voli str.,
Yekaterinburg, Russian Federation;
e-mail: kalabina@mail.ru

Fanil' R. Khamidulin

Postgraduate Student,
Ural State University of Economics,
620144, 62/45, 8 Marta str./Narodnoy Voli str.,
Yekaterinburg, Russian Federation;
e-mail: fanil_180@mail.ru

Abstract

In the context of the rapid development of digital technologies and their implementation in various spheres of the economy, improving the level of technical development of an industrial enterprise becomes particularly relevant. Digitalization, encompassing aspects such as automation of production processes, the use of big data and artificial intelligence, opens new horizons for increasing the efficiency and competitiveness of enterprises. Within this paradigm, the key scientific and practical goal of this article is to identify the main factors and barriers to the technical development of industrial enterprises under digitalization and its impact on economic sustainability. The conducted research reveals the complex nature of the transition from the tactic of "digital modesty" to the strategy of sustainable competitiveness. The main paradox lies in the fact that Russian companies, guided by a rational assessment of risks and resource constraints, often choose local projects with quick payback. However, this forced caution, expressed in patchwork automation, perpetuates technological backwardness and does not allow for the realization of the cumulative synergistic effect achieved when building a holistic digital architecture of the enterprise.

For citation

Kalabina E.G., Khamidulin F.R. (2025) Analiz faktorov i bar'erov tsifrovoy transformatsii promyshlennykh predpriyatiy: ot «tsifrovogo skromnichestva» k ustoychivoy konkurentosposobnosti [Analysis of Factors and Barriers to the Digital Transformation of Industrial Enterprises: From "Digital Modesty" to Sustainable Competitiveness]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 15 (10A), pp. 123-139. DOI: 10.34670/AR.2025.15.30.011

Keywords

Digital transformation, industrial enterprises, digital maturity, competitiveness, sustainable development, barriers, factors, economic efficiency.

References

1. Abdiekeev, N. M., & Kozhevina, O. V. (2023). Otsenka gotovnosti rossiiskikh promyshlennykh predpriatii k tsifrovoi integratsii v novykh ekonomicheskikh usloviakh [Assessment of the readiness of Russian industrial enterprises for digital integration in new economic conditions]. *Finansy i kredit*, 29(1(817)), 180–199.
2. Agca, O., Gibson, J., Godsell, J., Ignatius, J., Davies, C. W., & Xu, O. (2017). *An Industry 4 readiness assessment tool*. Loughborough University.
3. Babkin, A. V., Glukhov, V. V., & Shkarupeta, E. V. (2022). Metodika otsenki tsifrovoi zrelosti otraslevykh promyshlennykh ekosistem [Methodology for assessing the digital maturity of sectoral industrial ecosystems]. *Organizator proizvodstva*, 30(3), 7–20.
4. Babkin, A. V., Shkarupeta, E. V., Gileva, T. A., Polozhentseva, Iu. S., & Chen, L. (2022). Metodika otsenki razryvov tsifrovoi zrelosti promyshlennykh predpriatii [Methodology for assessing digital maturity gaps of industrial enterprises]. *MIR (Modernizatsiia. Innovatsii. Razvitie)*, 13(3), 443–458.
5. Balakhonova, I. V. (2021). Otsenka tsifrovoi zrelosti kak pervyi shag tsifrovoi transformatsii protsessov promyshlennogo predpriatiia [Assessment of digital maturity as the first step in digital transformation of industrial enterprise processes]. In *Innovatsii v promyshlennosti* (pp. 28–38). PSU Publishing House.
6. Barybina, A. Z. (2023). Kompleksnaia tipologii tsifrovyykh promyshlennykh platform na mirovom rynke [Comprehensive typology of digital industrial platforms on the world market]. *Ekonomika regiona*, 19(2), 467–481.
7. Felippes, B., Silva, B., Sanderson, I., Tobias, A., Heine, I., & Schmitt, R. (2022). 3D-CUBE readiness model for industry 4.0: Technological, organizational, and process maturity enablers. *Production & Manufacturing Research*, 10(1), 875–937.
8. Galimova, M. P. (2019). Gotovnost' rossiiskikh predpriatii k tsifrovoi transformatsii: organizatsionnye draivery i bar'ery [Readiness of Russian enterprises for digital transformation: Organizational drivers and barriers]. *Vestnik UGNTU. Nauka, obrazovanie, ekonomika. Seriya: Ekonomika*, 1(27)), 27–37.
9. Garibians, G. S. (2021). Tsifrovaia transformatsiia promyshlennosti: vyzovy i vozmozhnosti [Digital transformation of industry: challenges and opportunities]. *Ekonomika i upravlenie*, 5(199), 45–52.
10. Gileva, T. A. (2019). Tsifrovaia zrelost' predpriatiia: metody otsenki i upravleniia [Enterprise digital maturity: Assessment and management methods]. *Vestnik UGNTU. Nauka, obrazovanie, ekonomika. Seriya: Ekonomika*, 1(27)), 38–52.
11. Gurkov, I. B., & Kuteinitsyna, T. I. (2022). Tsifrovizatsiia tsepochek sozdaniia stoimosti kak faktor izmeneniia konkurentnykh pozitsii rossiiskikh promyshlennykh predpriatii [Digitalization of value chains as a factor in changing the competitive positions of Russian industrial enterprises]. *Forsait*, 16(1), 64–77.
12. Henry, M., Kneller, R., & Milner, C. (2009). Trade, technology transfer and national efficiency in developing countries. *European Economic Review*, 53(2), 237–254.
13. Hortovanyi, L., Morgan, R., Vuksanovic, I., Djuricin, H., Hanak, R., Horvath, D., Mocan, M., Romanova, A., & Szabo, R. (2023). Assessment of digital maturity: The role of resources and capabilities in digital transformation in B2B firms. *International Journal of Production Research*, 61(23), 8043–8061.
14. Il'in, I. V., & Popova, E. S. (2021). Tsifrovaia transformatsiia promyshlennykh predpriatii: strategii i ekonomicheskie efekty [Digital transformation of industrial enterprises: Strategies and economic effects]. *Rossiiskoe predprinimatel'stvo*, 22(4), 911–928.
15. Issledovanie vnedreniia tsifrovyykh tekhnologii v promyshlennosti Rossii: analit. otchet [Research on the implementation of digital technologies in Russian industry: Analytical report]. (2023). Rekssoft. <https://rekssoft.ru/research>
16. Ivanov, P. S., & Sidorova, E. A. (2022). Otsenka vliianiia "miagkikh" aktivov na tsifrovuiu transformatsiiu predpriatii [Assessment of the influence of "soft" assets on the digital transformation of enterprises]. *Korporativnye finansy*, (3), 45–60.
17. Keller, W., & Yeaple, S. R. (2009). Multinational Enterprises, International Trade, and Productivity Growth: Firm-Level Evidence from the United States. *The Review of Economics and Statistics*, 91(4), 821–831.
18. Krakovskaya, I. N., Korokoshko, Iu. V., & Slushkina, Iu. Iu. (2022). Tsifrovaia zrelost' promyshlennykh predpriatii: opyt otsenki [Digital maturity of industrial enterprises: Assessment experience]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika*, (58), 154–168.
19. Larionova, N. S., & Ponomareva, A. V. (2023). Platformizatsiia biznesa i ee vlianie na strategii kompanii [Business platformization and its impact on company strategies]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, (2(151)), 680–685.
20. Lokuge, S., Sedera, D., Grover, V., & Dongming, X. (2019). Organizational readiness for digital innovation: development and empirical calibration of a construct. *Information and Management*, 56(3), 445–461.
21. Moreva, E. L. (2021). Tsifrovaia integratsiia i promyshlennaiia politika: analiz zarubezhnogo opyta [Digital integration and industrial policy: Analysis of foreign experience]. *Mirovaia ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniia*, 65(9), 91–100.
22. Nikiforova, L. A. (2021). Bar'ery vnedreniia tsifrovyykh tekhnologii na promyshlennykh predpriatiakh [Barriers to the implementation of digital technologies at industrial enterprises]. *Upravlenie razvitiem*, (6(124)), 55–62.

23. Obzor problem i bar'eroi tsifrovizatsii promyshlennosti: sb. nauch. st. [Review of problems and barriers of industrial digitalization: Collection of scientific articles]. (2022). (I. V. Petrov, Ed.). INFRA-M.
24. Pechatkin, V. V., & Ialalova, A. I. (2023). Tsifrovaia zrelost' promyshlennykh predpriatii: poniatinyi apparat i metodicheskie podkhody k otsenke [Digital maturity of industrial enterprises: Conceptual framework and methodological approaches to assessment]. *Vestnik universiteta*, (4), 112–125.
25. Perspektivnye tsifrovye tekhnologii v promyshlennosti: analit. otchet [Promising digital technologies in industry: Analytical report]. (2024). Strategy Partners. <https://strategy.ru/research/digital-industry-2024>
26. Petrova, A. K. (2023). Podkhod k otsenke tsifrovoy zrelosti promyshlennykh predpriatii na osnove nechetkoi logiki [An approach to assessing the digital maturity of industrial enterprises based on fuzzy logic]. *Informatsionnye tekhnologii v biznese*, (1(45)), 67–78.
27. Popov, E. V., Simonova, V. L., & Cherepanov, V. V. (2021). Urovni tsifrovoy zrelosti promyshlennogo predpriatii [Levels of digital maturity of an industrial enterprise]. *Journal of New Economy*, 22(2), 88–109.
28. Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5, Part 2), S71–S102
29. Sharonov, S. B., & Lapina, T. A. (2023). Otsenka tsifrovizatsii rossiiskikh predpriatii v kontekste vlianiia na proizvoditel'nost' truda [Assessment of digitalization of Russian enterprises in the context of impact on labor productivity]. *Vestnik Rossiiskogo universiteta družby narodov. Seriya: Ekonomika*, 31(1), 123–138.
30. Shpak, P. S. (2022). Tsifrovaia transformatsiia promyshlennogo predpriatii kak faktor povysheniia ego konkurentosposobnosti [Digital transformation of an industrial enterprise as a factor in increasing its competitiveness]. *Aktual'nye problemy ekonomiki i menedzhmenta*, (2(34)), 172–184.
31. Sjodin, D. R., Parida, V., Leksell, M., & Petrovic, A. (2018). Smart factory implementation and process innovation. *Research-Technology Management*, 61(5), 22–31
32. Skokleenko, M. V., Mamchenko, T. V., & Kulichenko, A. I. (2022). Tsifrovizatsiia kak faktor ustoichivogo razvitiia promyshlennosti [Digitalization as a factor of sustainable development of industry]. *Promyshlennaiia politika*, (3), 21–30.
33. Stoianova, O. V., Lezina, T. A., & Ivanova, V. V. (2022). Strategicheskoe upravlenie kompaniei v usloviakh tsifrovoy transformatsii: analiz kontseptsii, podkhodov i metodov [Strategic management of a company in the context of digital transformation: Analysis of concepts, approaches and methods]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Menedzhment*, 21(3), 370–394.
34. Strueva, O. V. (2020). Tekhnologicheskoe razvitie predpriatii v usloviakh tsifrovizatsii [Technological development of enterprises in the context of digitalization]. *Innovatsii*, (8(262)), 33–40.
35. Thompson, A. A., & Strickland, A. D. (2003). *Strategicheskii menedzhment: kontseptsii i situatsii dlia analiza: ucheb. posobie dlia vuzov* [Strategic Management: Concepts and Cases for Analysis] (A. I. Shcherbina, Trans.; 10th ed.). Vil'iams. (Original work published 1999)
36. Tsifrovaia transformatsiia: ozhidaniia i real'nost': dokl. k XXIII Iasinskoi (Aprel'skoi) mezhdunar. nauch. konf. po problemam razvitiia ekonomiki i obshchestva, Moskva, 2022 g. [Digital transformation: Expectations and reality: Report for the XXIII Yasinskaya (April) International Scientific Conference on Problems of Economic and Social Development, Moscow, 2022]. (2022). (G. I. Abdrakhmanova, S. A. Vasil'kovskii, K. O. Vishnevskii et al.; P. B. Rudnik, Ed.). Izd. dom Vysshei shkoly ekonomiki
37. Usanov, A. Iu. (2024). Stimuliruiushchie i sderzhivaiushchie faktory vnedreniia tekhnologii bol'shikh dannykh v praktiku rossiiskikh promyshlennykh predpriatii [Stimulating and restraining factors for the implementation of big data technology in the practice of Russian industrial enterprises]. *Biznes-informatika*, (1(67)), 33–47.
38. Vavulin, A. S. (2022). Ekonomicheskii effekt tsifrovoy integratsii: keis predpriatii mashinostroeniia [Economic effect of digital integration: A case of a machine-building enterprise]. *Ekonomika i upravlenie mashinostroeniem*, (4(78)), 45–52.
39. Vavulin, A. S. (2023). Otsenka ekonomicheskogo effekta tsifrovoy integratsii na promyshlennom predpriatii [Assessment of the economic effect of digital integration at an industrial enterprise]. *Problemy teorii i praktiki upravleniia*, (2), 89–101.
40. Veselovskii, M. Ia., & Khoroshovina, N. S. (Eds.). (2021). *Tsifrovaia transformatsiia promyshlennykh predpriatii v usloviakh innovatsionnoi ekonomiki* [Digital transformation of industrial enterprises in an innovation economy]. Mir nauki.
41. Volkov, A. K., Belova, L. M., & Grigor'ev, D. N. (2021). *Setevye modeli i tsifrovye ekosistemy v promyshlennosti* [Network models and digital ecosystems in industry]. Piter.
42. Wang, M., & Wong, M. C. (2020). Digital Transformation and Industrial Performance: Evidence from Manufacturing. *Journal of Technology Management*, 15(2), 112–130
43. Chapko, D., Kaliagina, S. E., Bagaeva, I. V., & Zotova, E. A. (2019). Otsenka gotovnosti rossiiskikh promyshlennykh predpriatii k tsifrovoy transformatsii [Assessment of the readiness of Russian industrial enterprises for digital transformation]. *Global'nyi nauchnyi potentsial*, (9(102)), 140–145.
44. Demkin, I. V., & Moiseev, N. A. (2020). Sistema KPI dlia otsenki effektivnosti tsifrovoy transformatsii [KPI system for assessing the effectiveness of digital transformation]. *Ekonomika i upravlenie*, (6(182)), 34–42.

-
45. Dolgainova, O. I., & Deeva, E. A. (2019). Gotovnost' kompanii k tsifrovym preobrazovaniyam: problemy i diagnostika [Company readiness for digital transformation: Problems and diagnosis]. *Biznes-informatika*, 13(2), 59–72.
 46. Dontsova, O. I., & Timonina, A. E. (2023). Tsifrovaia integratsiia otechestvennoi promyshlennosti: znachimost' i osobennostirazvitiia v usloviakh sovremennosti [Digital integration of domestic industry: Significance and features of development in modern conditions]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'*, 19(1(394)), 140–158.
 47. Iarullina, G. R. (2019). Vliianie tsifrovykh tekhnologii na konkurentosposobnost' promyshlennykh predpriatii [The influence of digital technologies on the competitiveness of industrial enterprises]. *Vestnik ekonomicheskoi nauki*, (4(37)), 78–85.