

УДК 338.45:005.591.6:004.9

DOI: <https://doi.org/10.18799/26584956/2026/2/2168>

Шифр специальности ВАК: 5.2.1



Цифровые технологии в отраслях обрабатывающей промышленности России: сравнительный анализ по видам инноваций

В.В. Спицын, М.А. Гасанов, Л.Ю. Спицына[✉], С.А. Дукарт, А.Д. Брагин, Д.В. Спицына

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Российская Федерация, г. Томск*

[✉]spicyna@tpu.ru

Аннотация. Цифровая трансформация становится важным фактором инновационного развития российских промышленных предприятий. **Цель:** выявить межотраслевые различия в использовании цифровых технологий российскими предприятиями и в анализе распределения цифровых технологий по различным видам инноваций на уровне фирм по данным открытых интернет-источников. Эмпирическая база включает 722 предприятия трёх отраслей обрабатывающей промышленности России – химической промышленности, фармацевтики и производства компьютеров и электроники. Используются панельные данные за 2019–2023 гг., а также результаты контент-анализа официальных сайтов компаний и других открытых интернет-источников. Цифровые технологии сгруппированы по пяти видам инноваций: продуктовым, процессным, организационным, экологическим и маркетинговым. Для оценки различий между группами фирм применены описательная статистика и непараметрические критерии. **Результаты** показывают, что отрасли различаются как по общему уровню использования цифровых технологий, так и по их внутренней структуре. Наиболее высокий суммарный уровень цифровизации выявлен в производстве компьютеров и электроники, где цифровые технологии в наибольшей степени связаны с продуктовыми и маркетинговыми инновациями. Химическая промышленность характеризуется более выраженной ориентацией на процессные, организационные и экологические инновации, что отражает более внутренний, производственно-управленческий профиль цифровизации. Фармацевтика занимает промежуточное положение, но демонстрирует более низкие значения по ряду внутренних контуров цифровизации. Во всех трёх отраслях крупные фирмы используют больше цифровых технологий, чем малые, а в большинстве случаев технологические лидеры превосходят аутсайдеров по интенсивности цифровизации. Научная значимость исследования состоит в развитии подхода к анализу цифровизации на уровне фирм в разрезе видов инноваций. Практическая значимость заключается в возможности использовать полученные результаты для диагностики отраслевых профилей цифровизации, выявления наиболее уязвимых групп предприятий и разработки адресных мер промышленной, инновационной и цифровой политики.

Ключевые слова: цифровые технологии, цифровая трансформация, инновации, промышленные предприятия, открытые данные, контент-анализ, межотраслевой анализ, технологические лидеры, размер фирмы, обрабатывающая промышленность

Конфликт интересов: отсутствует.

Вклад авторов: Спицын В.В. – обзор литературы, выполнение расчетов, выводы и рекомендации; Гасанов М.А. – общий дизайн и руководство исследованием, обзор литературы; Спицына Л.Ю. – обсуждение результатов, выводы и рекомендации; Дукарт С.А. – обзор литературы, подготовка данных для анализа; Брагин А.Д. – выполнение расчетов, выводы и рекомендации; Спицына Д.В. – подготовка данных для анализа, обсуждение результатов, выводы и рекомендации.

Финансирование: Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ в рамках научно-исследовательского проекта РНФ «Технологическое лидерство и цифровые технологии как ключевые факторы развития российского бизнеса в условиях экономической нестабильности: анализ и моделирование», проект № 25-28-00731, <https://rscf.ru/project/25-28-00731/>

Для цитирования: Спицын В.В., Гасанов М.А., Спицына Л.Ю., Дукарт С.А., Брагин А.Д., Спицына Д.В. Цифровые технологии в отраслях обрабатывающей промышленности России: сравнительный анализ по видам инноваций. Векторы благополучия: экономика и социум, 2026, Т. 54, № 2, С. 153–172. <https://doi.org/10.18799/26584956/2026/2/2168>

UDC 338.45:005.591.6:004.9

DOI: <https://doi.org/10.18799/26584956/2026/2/2168>

Digital technologies in Russian manufacturing industries: comparative analysis by types of innovation

V.V. Spitsin, M.A. Gasanov, L.Yu. Spitsyna[✉], S.A. Dukart, A.D. Bragin, D.V. Spitsina

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russian Federation

[✉]spicyna@tpu.ru

Abstract. Digital transformation is becoming an important factor in the innovative development of Russian industrial enterprises. Aim. To identify interindustry differences in the use of digital technologies by Russian enterprises and to analyze how digital technologies are distributed across different types of innovation at the firm level based on open Internet sources. The empirical database includes 722 enterprises from three manufacturing industries in Russia: the chemical industry, pharmaceuticals, and the production of computers and electronics. The study uses panel data for 2019–2023, as well as the results of content analysis of official company websites and other open Internet sources. Digital technologies are grouped into five types of innovation: product, process, organizational, environmental, and marketing. Descriptive statistics and nonparametric tests are used to assess differences between groups of firms. The results show that industries differ both in the overall level of digital technology use and in their internal structure. The highest aggregate level of digitalization is observed in the production of computers and electronics, where digital technologies are most strongly associated with product and marketing innovations. The chemical industry is characterized by a stronger orientation toward process, organizational, and environmental innovations, which reflects a more internal, production- and management-oriented profile of digitalization. Pharmaceuticals occupy an intermediate position but demonstrate lower values in several internal dimensions of digitalization. In all three industries, large firms use more digital technologies than small firms, and in most cases technological leaders outperform outsiders in the intensity of digitalization. The scientific significance of the study lies in advancing an approach to firm-level digitalization analysis through the lens of different types of innovation. The practical significance lies in the possibility of using the results to diagnose industry-specific digitalization profiles, identify the most vulnerable groups of enterprises, and develop more targeted industrial, innovation, and digital policy measures.

Keywords: digital technologies, digital transformation, innovation, industrial enterprises, open data, content analysis, interindustry analysis, technological leaders, firm size, manufacturing industry

Conflict of interest: none.

Authors' contribution: V.V. Spitsyn – literature review, calculations, conclusions and recommendations; M.A. Gasanov – overall design and supervision of the study, literature review; L.Yu. Spitsyna – discussion of results, conclusions and recommendations; S.A. Dukart – literature review, preparation of data for analysis; A.D. Bragin – calculations, conclusions and recommendations; D.V. Spitsyna – preparation of data for analysis, discussion of results, conclusions and recommendations.

Funding: The study was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation within the framework of the RSF research project «Technological leadership and digital technologies as key factors for the development of Russian firms in the context of economic instability: analysis and modeling», project no. 25-28-00731, <https://rscf.ru/project/25-28-00731/>

For citation: Spitsin V.V., Gasanov M.A., Spitsyna L.Yu., Dukart S.A., Bragin A.D., Spitsina D.V. Digital technologies in Russian manufacturing industries: comparative analysis by types of innovation. *Journal of Wellbeing Technologies*, 2026, vol. 54, no. 2, pp. 153–172. <https://doi.org/10.18799/26584956/2026/2/2168>

Введение

Цифровая трансформация в последние годы стала одним из ключевых факторов изменения промышленного развития, конкурентоспособности предприятий и их инновационной активности. Цифровые технологии всё в большей степени встраиваются в производственные процессы, управление, взаимодействие с клиентами, разработку новых продуктов и экологический мониторинг. По сути, речь идёт уже не о внедрении отдельных ИТ-решений, а о формировании новых контуров инновационной деятельности предприятий, в которых цифровые технологии выступают как средство повышения эффективности, адаптации к внешней среде и укрепления рыночных позиций. Современная литература показывает, что цифровизация тесно связана как с инновационными, так и с экономическими результатами фирм, однако характер этой связи зависит от отрасли, размера фирмы и организационного контекста [1].

Для российской промышленности эта проблематика особенно актуальна. С одной стороны, цифровые технологии рассматриваются как важный ресурс повышения производительности, гибкости и устойчивости предприятий. С другой стороны, их распространение остаётся крайне неоднородным. Официальная статистика фиксирует значительные различия в использовании цифровых технологий между организациями разных отраслей и разного размера [2]. Однако статистические источники имеют важное ограничение: они, как правило, публикуются в отраслевом или укрупнённом разрезе и не позволяют анализировать цифровизацию на уровне отдельных фирм. Это существенно сужает исследовательские возможности. Между тем именно фирменный уровень особенно важен для анализа инновационной активности, поскольку цифровые технологии могут использоваться в разных инновационных контурах – продуктовых, процессных, организационных, маркетинговых и экологических – и сочетание этих контуров может существенно отличаться даже внутри одной отрасли.

В международной литературе данная проблема всё чаще решается с использованием открытых интернет-источников и веб-данных. Сайты компаний, корпоративные новости и другие цифровые следы рассматриваются как перспективный источник для построения фирменных индикаторов инноваций и цифровизации [3]. Более того, исследования показывают, что веб-данные позволяют измерять цифровизацию в крупном масштабе и использовать такие показатели для межотраслевых и межрегиональных сопоставлений [4]. Хотя подобные данные не отражают весь объём реально используемых цифровых решений и фиксируют прежде всего публично наблюдаемую цифровизацию, они дают важное преимущество: позволяют перейти от уровня отрасли к уровню отдельной фирмы.

Настоящая статья развивает именно этот подход применительно к российской промышленности. В центре внимания находятся предприятия трёх отраслей обрабатывающей промышленности – химической промышленности (ВЭД 20), фармацевтики (ВЭД 21) и производства компьютеров и электроники (ВЭД 26). Выбор этих отраслей обусловлен их различием по технологическому профилю и предполагаемой логике цифровизации: если химическая промышленность в большей степени связана с процессным и экологическим контуром, то электроника предполагает более высокую роль продуктовых и рыночно ориентированных цифровых решений, а фармацевтика занимает промежуточное положение. При этом цифровые технологии в статье рассматриваются не как единый массив, а группируются по видам инноваций, что позволяет точнее анализировать структуру цифровизации предприятий. Такая логика частично опирается на более раннюю концептуальную работу [5], где стратегии лидерства соотносились с видами инноваций и цифровыми технологиями, но в данной статье она применяется к более широкой фирменной выборке и в межотраслевом сравнении.

Цель исследования состоит в выявлении межотраслевых различий в использовании цифровых технологий российскими предприятиями и в анализе того, как цифровые технологии распределяются по различным видам инноваций на уровне фирм по данным открытых интернет-источников. Для достижения этой цели в статье решаются следующие задачи:

- 1) сравниваются три отрасли по интенсивности использования цифровых технологий, связанных с различными видами инноваций;
- 2) выявляются наиболее часто используемые цифровые технологии в каждой отрасли и в каждом инновационном контуре;
- 3) анализируются различия между крупными и малыми фирмами;
- 4) сопоставляются технологические лидеры и аутсайдеры по уровню использования цифровых технологий.

Научная новизна и отличительные особенности исследования состоят в следующем. Во-первых, статья опирается на фирменный уровень анализа и сочетает панельные финансовые данные с контент-анализом открытых интернет-источников. Такой подход ранее практически не применялся для исследования цифровизации российской промышленности и позволяет сопоставить отрасли, фирмы разного размера и группы предприятий с различным уровнем технической эффективности. Во-вторых, цифровые технологии рассматриваются в разрезе видов инноваций, а не только как общий признак цифровой зрелости предприятия. Это позволяет предложить более содержательный подход к анализу цифровизации, связывающий её с продуктовыми, процессными, организационными, экологическими и маркетинговыми контурами инновационной деятельности. В-третьих, в работе цифровые технологии и инновации дополнительно соотносятся с агрессивной и консервативной стратегиями технологического лидерства, что расширяет возможности интерпретации отраслевых и межфирменных различий.

Теоретический вклад статьи состоит в развитии подхода к исследованию цифровизации на уровне фирм, в котором цифровые технологии рассматриваются не как единый массив решений, а как структурно неоднородный набор инструментов, встроенных в различные типы инноваций. Практическая значимость исследования заключается в том, что полученные результаты могут использоваться для диагностики отраслевых профилей цифровизации, для выявления наиболее уязвимых групп предприятий – прежде всего малых фирм и фирм с более низкими показателями эффективности, – а также для разработки более адресных мер промышленной и инновационной политики. Для корпоративного управления результаты исследования могут быть полезны как ориентир при сопоставлении цифрового профиля фирмы с отраслевыми паттернами и при выборе приоритетных направлений цифровой трансформации.

Цифровые технологии в инновационной деятельности предприятий: обзор литературы, исследовательские пробелы и позиционирование статьи

Цифровая трансформация предприятий в последние годы стала одной из центральных тем исследований в области инновационного развития, промышленной экономики и стратегического управления. Однако существующая литература остаётся достаточно разнородной. Одни работы рассматривают цифровые технологии как фактор роста эффективности и конкурентоспособности фирмы, другие анализируют их влияние на инновационную деятельность, третьи сосредоточены на методах измерения цифровизации на уровне предприятий. Для настоящего исследования особенно важны три направления: связь цифровых технологий с различными типами инноваций, межфирменная и межотраслевая неоднородность цифровизации, а также использование открытых интернет-источников для построения фирменных индикаторов.

Первое направление литературы показывает, что цифровая трансформация в целом положительно связана с инновационной активностью и результатами фирмы, но её эффекты распределены по различным инновационным контурам неравномерно. В систематическом обзоре [1] показано, что цифровизация чаще всего способствует росту эффективности, снижению издержек и расширению возможностей фирмы, тогда как инновации в более узком смысле сильнее связаны с конкурентными преимуществами и рыночной экспансией. В сходной логике отмечается, что цифровая трансформация повышает результативность открытых инноваций через развитие цифровых инновационных динамических способностей [6] и улуч-

шает как рыночные, так и инновационные результаты производственных компаний [7, 8]. Современные научные исследования также выявляют положительную связь между цифровой трансформацией и инновационной результативностью предприятий, причём посредническую роль в этой связи играет искусственный интеллект [9]. Дополнительную поддержку такому подходу дают исследования цифровой зрелости и динамических способностей, которые показывают, что цифровая зрелость положительно влияет на инновационную результативность высокотехнологичных малых и средних фирм через динамические способности [10], а стратегия цифровой трансформации связана с ростом организационной результативности [11].

Для настоящей статьи из этих работ вытекают два важных вывода. Во-первых, цифровые технологии не следует рассматривать как единый однородный блок: их влияние проявляется через разные виды инноваций – продуктовые, процессные, организационные, маркетинговые и экологические. Во-вторых, сама связь цифровизации и инновационной результативности оказывается многомерной и зависит от того, в каком именно инновационном контуре используются цифровые решения. Вместе с тем именно здесь и сохраняется важный пробел. Большая часть существующих исследований показывает, что цифровизация влияет на инновации, но значительно реже рассматривает цифровые технологии как структурированный набор решений, распределённых по видам инноваций на уровне фирмы. Иными словами, в литературе сравнительно мало работ, где цифровизация анализируется не только как общий фактор инновационной активности, но и как система различных инновационных контуров, внутри которых цифровые технологии играют неодинаковую роль. Настоящая статья закрывает этот пробел, поскольку предлагает анализ цифровых технологий не как общего индекса цифровой зрелости, а как набора решений, сгруппированных по видам инноваций.

Второй важный сюжет связан с неоднородностью цифровизации между фирмами и секторами. Современная литература достаточно убедительно показывает, что цифровая трансформация распределяется неравномерно: одни фирмы и отрасли осваивают цифровые решения гораздо интенсивнее, чем другие. Особенно устойчиво в работах последних лет проявляется роль размера фирмы: положительный эффект цифровой трансформации на рыночные и инновационные результаты сильнее выражен у крупных и зрелых предприятий [7]. Исследования по цифровой зрелости малых и средних фирм подчёркивают, что ограниченность финансовых ресурсов, дефицит цифровых компетенций и ориентация на краткосрочные задачи замедляют цифровизацию малых предприятий [12]. Одновременно цифровая трансформация способна повышать и техническую эффективность фирм через технологический прогресс, более эффективное распределение капитала и оптимизацию структуры человеческого капитала [13].

Для промышленности существенны и межотраслевые различия. Работы по цифровой трансформации производственных предприятий показывают, что цифровизация в промышленности не имеет универсального характера: в одних секторах она прежде всего связана с производственным контролем, управлением процессами и ресурсной эффективностью, в других – с разработкой продукции, инженерной подготовкой, данными и клиентским контуром. В частности, российские исследователи подчёркивают отраслевую специфику стратегий цифровой трансформации промышленных предприятий [14], рассматривают цифровизацию как фактор инновационного развития предприятий и как драйвер инновационно-технологического развития промышленности [15, 16].

Однако и здесь остаётся существенный пробел. Хотя литература достаточно хорошо показывает, что цифровизация зависит от отрасли и размера фирмы, гораздо реже эти два измерения рассматриваются одновременно и в привязке к конкретным видам инноваций. Ещё реже в исследования включается сопоставление фирм по их относительной эффективности – например, сравнение технологических лидеров и аутсайдеров. В результате пока недостаточно работ, которые позволяли бы увидеть, как именно отрасль, размер фирмы и уровень эффективности совместно влияют на профиль цифровизации. Настоящая статья восполняет этот пробел, поскольку одновременно сравнивает три отрасли, группы крупных и малых фирм, а также

группы предприятий с различным уровнем технической эффективности, причём делает это в разрезе различных инновационных контуров.

Третье направление литературы связано с измерением цифровизации и инноваций на уровне отдельных фирм. Традиционные статистические обследования и официальные базы данных, хотя и чрезвычайно полезны, обычно публикуются в агрегированном виде и не всегда позволяют анализировать цифровизацию на уровне предприятия. Поэтому в последние годы активно развивается подход, основанный на использовании больших данных и текстов фирменных веб-сайтов. Этот подход широко распространён в мировой литературе. Исследователи рассматривают сайты, социальные сети и другие цифровые следы как перспективный источник индикаторов инновационной активности на уровне фирмы [3] и показывают, что данные фирменных сайтов позволяют строить индикаторы цифровизации и использовать их для межотраслевых и межрегиональных сравнений [4]. Исследователи также подтверждают, что веб-данные действительно позволяют предсказывать инновационность фирм, но точность различается по типам инноваций – одни инновационные контуры фиксируются лучше, чем другие [17]. Такие данные отражают прежде всего публично наблюдаемую цифровизацию, а не весь массив реально функционирующих цифровых решений. Они лучше фиксируют технологии, связанные с внешним рынком, коммуникацией и публичными заявлениями компаний, и хуже – внутренние производственные, организационные и экологические контуры. Поэтому использование открытых источников не заменяет официальную статистику и специализированные обследования, а дополняет их, предоставляя новый уровень аналитической детализации. Российские исследования по данной тематике также имеются, но пока в меньшей степени ориентированы на фирменный уровень анализа. Большинство отечественных работ посвящено либо общим вопросам цифровой трансформации предприятий, либо отдельным управленческим и отраслевым аспектам. Так, Т.А. Гилева [14] анализирует тренды и стратегии цифровой трансформации промышленных предприятий, Б.Ш. Собиров [18] трактует цифровую трансформацию как особый тип инновации, а Т.Л. Козлов [19] акцентирует внимание на ключевых трендах цифровой трансформации в развитии инновационной деятельности компаний.

Тем не менее именно в российском контексте сохраняется наиболее очевидная научная лакуна. Сравнительные исследования, где цифровые технологии измеряются по открытым источникам на уровне отдельных российских фирм, затем группируются по видам инноваций и сопоставляются между отраслями и группами предприятий, по-прежнему немногочисленны. Методологически близкой к настоящему исследованию является работа В.В. Спицына, М.А. Гасанова и В.А. Леоновой [5], в которой предложено соотнесение стратегий технологического лидерства с видами инноваций и соответствующими цифровыми технологиями, а также разработана концептуальная модель, связывающая стратегии лидерства, инновации и цифровые технологии. Однако данная статья отличается от указанной работы по предмету и масштабу анализа: если у В.В. Спицына, М.А. Гасанова и В.А. Леоновой в центре внимания находятся предприятия-технологические лидеры, то в настоящем исследовании цифровые технологии анализируются на уровне более широкой совокупности фирм трёх отраслей, с дополнительным сопоставлением по размеру предприятий и уровню технической эффективности.

Таким образом, проведённый обзор литературы позволяет сформулировать исследовательское поле настоящей статьи более определённо. Во-первых, существующие научные работы показывают тесную связь цифровых технологий с инновационной деятельностью предприятий, но недостаточно раскрывают структуру этой связи по видам инноваций. Во-вторых, литература фиксирует отраслевую и размерную неоднородность цифровизации, однако реже анализирует их в совместной логике и в привязке к технической эффективности фирмы. В-третьих, изучение открытых интернет-источников признано в международной литературе как перспективный способ построения фирменных индикаторов цифровизации и инноваций, но в российском контексте этот подход пока используется ограниченно.

С этой точки зрения теоретический вклад статьи состоит в развитии подхода к исследованию цифровизации на уровне фирм, в котором цифровые технологии рассматриваются не как единый массив решений, а как структурно неоднородный набор инструментов, встроенных в различные виды инноваций и связанные со стратегическими профилями развития предприятий. Практическая значимость работы заключается в том, что предложенный подход позволяет выявлять отраслевые профили цифровизации, диагностировать наиболее уязвимые группы предприятий – прежде всего малые фирмы и фирмы с более низким уровнем эффективности, – а также использовать эти результаты при разработке адресных мер промышленной, инновационной и цифровой политики и при формировании корпоративных стратегий цифровой трансформации.

Данные и методика анализа

Эмпирическая база исследования сформирована на уровне отдельных предприятий трёх отраслей обрабатывающей промышленности России:

- ВЭД 20 – химическая промышленность (392 предприятия);
- ВЭД 21 – фармацевтическая промышленность (131 предприятие);
- ВЭД 26 – производство компьютеров и электроники (199 предприятий).

Выбор этих отраслей обусловлен их различиями по технологическому профилю и предполагаемой логике цифровизации: химическая промышленность в большей степени связана с процессным и экологическим контуром, фармацевтика – с сочетанием продуктовых, производственных и регуляторных решений, а производство компьютеров и электроники – с более высокой ролью продуктовых, организационных и рыночно ориентированных цифровых технологий.

Финансово-экономическая часть базы имеет панельную структуру и охватывает 2019–2023 гг. Для каждого предприятия использовались годовые показатели, характеризующие масштаб деятельности и ресурсную базу фирмы. Данные получены из ИС СПАРК [20]. Панельный формат данных позволяет анализировать относительное положение предприятия в отрасли не по одному году, а в динамике, отдельно для каждого временного среза. Таким образом, база данных для анализа включает 722 предприятия и пятилетний временной период.

В исследовании использованы два взаимодополняющих блока данных. Первый блок составили количественные показатели предприятий, прежде всего выручка, стоимость основных фондов и фонд оплаты труда, а также рассчитанная на их основе техническая эффективность предприятий. Эти показатели применялись для оценки размера фирмы и её относительного положения по технической эффективности. Второй блок формируют сведения об использовании цифровых технологий, собранные из открытых интернет-источников: официальных веб-сайтов компаний, корпоративных новостей, сообщений о внедрении технологий и других цифровых следов, доступных во внешнем информационном поле. Привлечение веб-источников как основы для построения фирменных индикаторов цифровизации опирается на современную международную литературу, где сайты и иные цифровые следы рассматриваются как перспективный источник микроданных об инновационной активности фирм [3, 4].

Ключевая особенность исследования состоит в том, что цифровые технологии рассматриваются не как единый набор решений, а группируются по видам инноваций. В рабочей схеме выделены пять блоков: продуктовые, процессные, организационные, экологические и маркетинговые инновации. Кроме того, сформированы два агрегированных индекса: продуктовые и маркетинговые инновации как условно более «агрессивная» стратегия цифровизации, ориентированная на рынок и рост, и процессные, организационные и экологические инновации как более «консервативная» стратегия, связанная с внутренней эффективностью, контролем и снижением издержек. Такая логика согласуется, с одной стороны, с общими принципами классификации инноваций, закреплёнными в международной практике, где инновации трактуются как новые или существенно улучшенные продукты и процессы, включая бизнес-процессы

фирмы [21], а с другой – с концептуальной схемой, предложенной в работе [5], где стратегии лидерства соотносятся с видами инноваций и цифровыми технологиями.

Операционализация цифровых технологий строилась следующим образом. Для каждой фирмы на основе открытых источников фиксировались упоминания конкретных цифровых решений, после чего они относились к одному из пяти инновационных блоков. В результате для каждого предприятия были получены счётные показатели интенсивности использования цифровых технологий по отдельным видам инноваций. Суммарный показатель цифровизации рассчитывался как сумма пяти базовых блоков. Такой способ построения переменных позволяет анализировать не только факт наличия цифровых решений, но и интенсивность их публично наблюдаемого использования. Более высокое значение показателя отражает не просто наличие одной технологии, а более широкий набор цифровых решений, выявленных для фирмы в соответствующем инновационном контуре.

При этом показатели цифровых технологий, построенные по открытым интернет-источникам, отражают прежде всего публично наблюдаемую цифровизацию, а не полный объём реально функционирующих цифровых решений. Следовательно, полученные оценки следует интерпретировать как нижнюю границу использования цифровых технологий. В то же время достоинство такого подхода заключается в возможности перейти от отраслевых средних к уровню отдельной фирмы, что практически невозможно на основе одной только официальной статистики.

Этапы и методический инструментарий исследования

Эмпирический блок статьи состоит из пяти этапов, каждый из которых имеет специфические методы анализа:

1. *Межотраслевые различия в интенсивности инноваций, связанных с цифровыми технологиями.* На этом этапе применялась описательная статистика: средние значения, медианы и доли фирм с ненулевым использованием цифровых технологий. Межотраслевые сопоставления проводились по интенсивности цифровизации в разрезе описанных выше видов инноваций и исследуемых отраслей промышленности.

2. *Наиболее часто используемые цифровые технологии по отраслям и видам инноваций.* На этом этапе были выявлены наиболее часто используемые цифровые технологии по видам инноваций в разрезе исследуемых отраслей. Далее были выявлены различия в интенсивности применения отдельных цифровых технологий предприятиями разных отраслей.

3. *Агрегированные стратегии цифровизации по отраслям.* На третьем этапе было проведено агрегирование цифровых технологий по видам инноваций и далее – по стратегиям лидерства (агрессивная и консервативная). Определены профили исследуемых отраслей по этим стратегиям.

4. *Размер фирмы и интенсивность цифровых инноваций.* Для анализа влияния размера фирмы использовался показатель логарифма выручки. Такой выбор обусловлен как экономической интерпретируемостью выручки (индикатором масштаба бизнеса), так и статистическими свойствами логарифмирования, которое снижает асимметрию распределения. Внутри каждой отрасли фирмы разделялись на группы по квартилям распределения логарифма выручки: нижний квартиль интерпретировался как группа малых фирм, верхний – как группа крупных фирм. Сравнение крайних квартилей позволяет получить более контрастные и содержательно интерпретируемые различия, чем деление выборки пополам, и потому представляется особенно удобным для сопоставления цифровизации фирм разного масштаба. Для статистической проверки различий между группами использовался непараметрический критерий Манна–Уитни, который задействуется в условиях асимметричных распределений и счётного характера части переменных. Для контроля множественных сравнений применялась поправка Холма, позволяющая снизить риск ложноположительных выводов при одновременной проверке нескольких гипотез.

5. *Технологические лидеры и аутсайдеры.* Показатель технологического лидерства формировался отдельно. Для его расчёта использовалась двухфакторная логарифмическая квантильная регрессия, оцениваемая отдельно по каждому ВЭД и каждому году наблюдения. В общем виде модель может быть представлена следующим образом:

$$\ln(\text{Выручка}_{it}) = \alpha + \beta_1 \ln(\text{Основные фонды}_{it}) + \beta_2 \ln(\text{Фонд оплаты труда}_{it}) + \varepsilon_{it}.$$

Использование квантильной регрессии опирается на классическую работу Р. Кёнкера и Дж. Бассетта, где данный подход был предложен как инструмент оценки различных частей условного распределения зависимой переменной, а не только его среднего значения [22, 23]. В настоящем исследовании оценивание проводилось для верхней квантили распределения (0,95), что позволяет интерпретировать полученное уравнение как приближение к отраслевому технологическому фронтиру в данный год. Затем для каждой фирмы рассчитывался показатель относительного положения по отношению к этому фронтиру, который интерпретировался как индикатор технической эффективности. Чем ближе наблюдаемое значение фирмы к верхней квантильной границе, тем выше её относительная техническая эффективность в соответствующем отраслевом и временном контексте.

Далее сравнение лидеров и аутсайдеров проводилось аналогично рассмотренному выше четвертому этапу. После расчёта технической эффективности внутри каждой отрасли фирмы делились на группы верхнего и нижнего квартиля. Верхний квартиль интерпретировался как группа технологических лидеров, нижний – как группа аутсайдеров. Для выявления значимых различий использовался критерий Манна–Уитни.

Результаты исследования **Межотраслевые различия в интенсивности инноваций,** **связанных с цифровыми технологиями**

Сравнение трёх отраслей показывает, что интенсивность использования цифровых технологий существенно различается как по общему уровню, так и по структуре инновационной активности (табл. 1). Для сопоставления были использованы средние значения по пяти видам инноваций, связанным с цифровыми технологиями, а также по двум агрегированным блокам: продуктово-маркетинговому и процессно-организационно-экологическому.

Таблица 1. Средние значения показателей цифровых технологий по видам инноваций и отраслям
Table 1. Average values of digital technology indicators by types of innovations and industries

Показатель Indicator	Химическая промышленность Chemical industry	Фармацевтическая промышленность Pharmaceutical industry	Производство компью- теров и электроники Computer and electron- ics manufacturing
Продуктовые/Grocery	0,23	0,25	0,59
Процессные/Process	0,77	0,55	0,76
Организационные Organizational	0,95	0,72	0,93
Экологические/Ecological	0,53	0,02	0,39
Маркетинговые/Marketing	1,21	1,21	1,26
Продуктовые и маркетинговые Product and marketing	1,44	1,47	1,84
Процессные, организационные и экологические Process, organizational and environmental	2,25	1,29	2,08
Суммарный показатель цифровых технологий Total digital technology index	3,69	2,76	3,92

Источник: рассчитано и составлено авторами/Source: calculated and compiled by the authors.

Цифровые технологии в деятельности фирм — это инструменты, методы и решения для сбора, обработки и анализа данных на базе компьютерных систем. Они трансформируют бизнес-процессы, автоматизируют рутину и повышают эффективность, позволяя компаниям быстрее реагировать на запросы рынка. Наиболее высокий суммарный уровень цифровизации наблюдается в производстве компьютеров и электроники, где среднее значение суммарного показателя количества цифровых технологий (далее – ЦТ) составляет 3,92. Химическая промышленность занимает второе место (3,69), а фармацевтика демонстрирует наиболее низкий уровень (2,76). При этом отрасли различаются не только по общему количеству цифровых технологий, но и по их структуре. Производство компьютеров и электроники заметно выделяется по продуктовым и маркетинговым инновациям, что соответствует специфике отрасли, ориентированной на разработку и коммерциализацию электронных и цифровых решений. Химическая промышленность характеризуется наиболее высокими значениями по процессным, организационным и экологическим инновациям, что указывает на более выраженную внутреннюю, производственно-управленческую направленность цифровизации. Фармацевтическая промышленность по большинству показателей занимает промежуточное или нижнее положение.

Наиболее часто используемые цифровые технологии по отраслям и видам инноваций

Для более содержательной интерпретации полученных различий важно рассмотреть не только интенсивность цифровизации, но и её конкретное технологическое наполнение. Таблица 2 показывает наиболее часто встречающиеся цифровые технологии в каждой отрасли по пяти видам инноваций.

Как видно из табл. 2, что цифровой профиль отраслей различается качественно, а не только количественно. В химической промышленности доминируют решения, связанные с производственным управлением, документооборотом и экологическим мониторингом. В фармацевтической промышленности наблюдается более узкий и менее насыщенный набор цифровых решений; при этом значительная часть организационного блока представлена решениями семейства IC, а маркетинговый блок в наибольшей степени опирается на базовое цифровое присутствие. В производстве компьютеров и электроники наиболее ярко выражены продуктовые и организационные цифровые решения: с одной стороны, это цифровые устройства, а также цифровые аппаратные и программные комплексы, с другой — очень высокая распространённость системы управления взаимоотношениями с клиентами и бизнес-аналитика (CRM/BI), что отличает электронику от двух других отраслей. В целом можно говорить о том, что производство компьютеров и электроники демонстрирует наиболее «цифрово-рыночный» и продуктово-ориентированный профиль, тогда как химическая промышленность — наиболее «производственно-управленческий».

Агрегированные стратегии цифровизации по отраслям

Для обобщения отраслевых различий были сформированы две укрупнённые стратегии цифровизации (табл. 3). Первая объединяет продуктовые и маркетинговые инновации и отражает более «агрессивную» стратегию, ориентированную на рынок и рост. Вторая включает процессные, организационные и экологические инновации и соответствует более «консервативной» стратегии, связанной с внутренней эффективностью, контролем и снижением издержек.

Результаты показывают, что химическая промышленность характеризуется наиболее выраженным преобладанием консервативной стратегии цифровизации: у 55,4 % предприятий процессно-организационно-экологический блок превосходит продуктово-маркетинговый. Данный факт хорошо согласуется с производственно-управленческим профилем отрасли.

Таблица 2. Наиболее часто используемые цифровые технологии по видам инноваций и отраслям, % предприятий*
Table 2. The most frequently used digital technologies by type of innovation and industry, % of enterprises*

Вид инноваций Type of innovation	Химическая промышленность Chemical industry	Фармацевтическая промышленность Pharmaceutical industry	Производство компьютеров и электроники Computer and electronics manufacturing
Продуктовые Grocery	Цифровая упаковка и маркировка – 20,7; цифровые устройства и приборы – 2,6 Digital packaging and labeling – 20.7; digital devices and appliances – 2.6	Цифровая упаковка и маркировка – 8,4; цифровые устройства и приборы – 5,3 Digital packaging and labeling – 8.4; digital devices and appliances – 5.3	Цифровые устройства и приборы – 28,6; цифровые аппаратные и программные комплексы – 22,6 Digital devices and instruments – 28.6; digital hardware and software systems – 22.6
Процессы Process	1С в производстве – 26,3; цифровые рецепты – 17,9 1С in production – 26.3; digital recipes – 17.9	1С в производстве – 11,5; Track&Trace – 10,7 1С in production – 11.5; Track&Trace – 10.7	Автоматизированные стенды, испытания и лаборатории – 11,6; 1С ERP, УПП, КА в производстве – 10,1 Automated stands, tests and laboratories – 11.6; 1С ERP, PEMS, CA in production – 10.1
Организационные Organizational	ECM, ЭДО – 26,3; SAP ERP – 25,0 ECM, EDM – 26.3; SAP ERP – 25.0	1С ERP, УПП, КА – 23,7%; 1С Бухгалтерия, УТ, УФ – 13,0 1С ERP, PEMS, CA – 23.7; 1С Accounting, TM, CM – 13.0	CRM, BI – 53,3; 1С Бухгалтерия, УТ, УФ – 11,1; ECM, ЭДО – 11,1 CRM, BA – 53.3; 1С Accounting, TM, CM – 11.1; ECM, EDM – 11.1
Экологические Ecological	Мониторинг выбросов – 36,2; энергомониторинг (АСУЭ) – 15,3 Emissions monitoring – 36.2; energy monitoring (AEMS) – 15.3	Мониторинг выбросов – 0,8; мониторинг стоков – 0,8 Emissions monitoring – 0.8; effluent monitoring – 0.8	Учёт энергоресурсов – 26,1; энергомониторинг (АСУЭ) – 1,6 Energy metering – 26.1; energy monitoring (AEMS) – 11.6
Маркетинговые Marketing	Официальный сайт – 94,1; Where-to-buy, дистрибуция – 10,7% Official website – 94.1; Where-to-buy, distribution – 10.7	Официальный сайт – 69,5; Where-to-buy, дистрибуция – 9,2 Official website – 69.5; Where-to-buy, distribution – 9.2	Официальный сайт – 95,0; Личный кабинет или портал – 16,6 % Official website – 95.0; Personal account or portal – 16.6

Источник: рассчитано и составлено авторами/Source: calculated and compiled by the authors.

*В таблице приведены наиболее часто встречающиеся цифровые технологии в каждой категории инноваций. Проценты рассчитаны как доля предприятий соответствующей отрасли.

ECM – система управления корпоративным контентом; ЭДО – электронный документооборот; ERP – система планирования ресурсов предприятия; SAP ERP – ERP-система от немецкой компании SAP; УПП – система управления производственным предприятием; КА – комплексная автоматизация; УТ – управление торговлей; УФ – управление фирмой; CRM – система управления взаимоотношениями с клиентами; BI – бизнес-аналитика; Track&Trace – система маркировки и прослеживаемости продукции; Where-to-buy – инструмент поиска каналов продаж; АСУЭ – автоматизированная система учёта электроэнергии.

*The table shows the most common digital technologies in each innovation category. Percentages are calculated as the share of enterprises in the relevant industry. ECM – enterprise content management system; EDM – electronic document management; ERP – enterprise resource planning system; SAP ERP – ERP system from the German company SAP; PEMS – production enterprise management system; CA – complex automation; TM – trade management; CM – company management; CRM – customer relationship management system; BA – business analytics; Track&Trace – product labeling and traceability system; Where-to-buy – sales channel search tool; AEMS – automated electricity metering system.

Таблица 3. Баланс стратегий внутри отрасли, % фирм
Table 3. Balance of strategies within the industry, % of firms

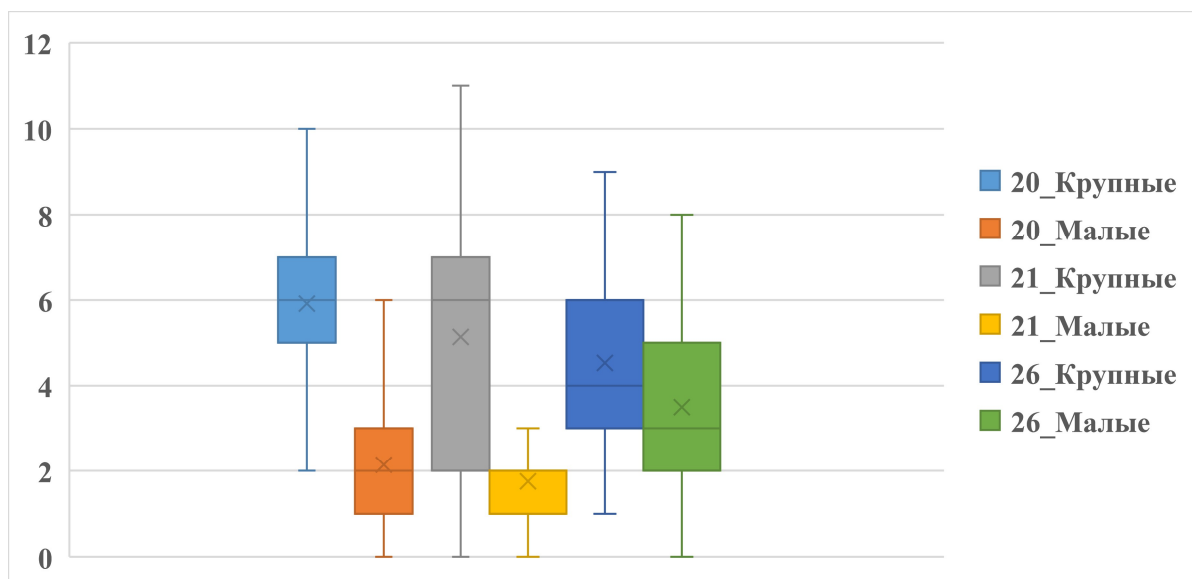
Соотношение стратегий Ratio of strategies	Химическая промышленность Chemical industry	Фармацевтическая промышленность Pharmaceutical industry	Производство компьютеров и электроники Computer and electronics manufacturing
Консервативная > агрессивной Conservative>aggressive	55,4	22,9	38,2
Агрессивная > консервативной Aggressive>conservative	26,0	51,9	33,7
Стратегии равны Strategies are equal	18,6	25,2	28,1

Источник: рассчитано и составлено авторами/Source: calculated and compiled by the authors.

В фармацевтической промышленности, напротив, чаще доминирует агрессивная стратегия: у 51,9 % предприятий продуктово-маркетинговый блок выше консервативного, что позволяет говорить о большей рыночной и продуктовой направленности цифровизации. Производство компьютеров и электроники занимает промежуточное положение: по средним значениям здесь также выше консервативный блок, однако разрыв между двумя стратегиями существенно меньше, чем в химии, а структура отрасли выглядит более сбалансированной. В целом можно заключить, что различия между отраслями проявляются не только в интенсивности цифровизации, но и в стратегическом профиле использования цифровых технологий.

Размер фирмы и интенсивность цифровых инноваций

Существенные различия в использовании цифровых технологий выявляются и при сопоставлении крупных и малых предприятий (табл. 4, рис. 1).



Источник: рассчитано и составлено авторами/Source: calculated and compiled by the authors.

Рис. 1. Суммарное использование цифровых технологий у крупных и малых фирм в разрезе отраслей промышленности: крестик – среднее, линия – медиана, прямоугольник – 25–75 % квартиль, усы – минимальные и максимальные значения

Fig. 1. Total use of digital technologies by large and small firms by industry sector: cross – mean, line – median, rectangle – 25–75% quartile, whiskers – minimum and maximum values

Таблица 4. Различия между крупными и малыми фирмами по использованию цифровых технологий**Table 4.** Differences between large and small firms in the use of digital technologies

ВЭД Foreign economic activity	Малые Small	Крупные Large	Значимость различий Significance of the differences	Блоки, где крупные фирмы значительно превосходят малые Blocks where large firms significantly outperform small ones	Блоки, где нет значимых различий Blocks where there are no significant differences
20 Химическая промышленность Chemical industry	2,14	5,92	***	Продуктовые; процессные; организационные; экологические; маркетинговые; продуктовые и маркетинговые; процессные, организационные и экологические Product; process; organizational; environmental; marketing; product and marketing; process and organizational and environmental	Отсутствуют Absent
21 Фармацевтическая промышленность Pharmaceutical industry	1,75	5,14	***	Продуктовые; процессные; организационные; экологические; маркетинговые; продуктовые и маркетинговые; процессные, организационные и экологические Product; process; organizational; environmental; marketing; product and marketing; process and organizational and environmental	Отсутствуют Absent
26 Производство компьютеров и электроники Computer and electronics manufacturing	3,50	4,53	***	Продуктовые; процессные; экологические; продуктовые и маркетинговые; процессные, организационные и экологические Product; process; environmental; product and marketing; process and organizational and environmental	организационные; маркетинговые organizational; marketing

Источник: рассчитано и составлено авторами/Source: calculated and compiled by the authors.

Примечание. Указаны статистически значимые различия после поправки Holm. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

Note: Statistically significant differences after Holm correction: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Результаты показывают, что размер фирмы является одним из наиболее устойчивых факторов различий в использовании цифровых технологий. Во всех трёх отраслях крупные предприятия демонстрируют более высокий суммарный уровень цифровизации, чем малые, причём различия статистически высоко значимы. Наиболее сильный размерный эффект наблюдается в химической промышленности: суммарный показатель цифровых технологий у крупных предприятий составляет 5,92 против 2,14 у малых. Сходная картина выявлена и в фармацевтике, где различие почти столь же велико – 5,14 против 1,75. В производстве компьютеров и электроники разрыв выражен слабее, однако также остаётся статистически высоко значимым.

Особенно важно, что в ВЭД 20 и 21 крупные фирмы значительно превосходят малые по всем без исключения блокам цифровых инноваций. Это означает, что размер предприятия связан не только с общим объёмом цифровизации, но и с более широким использованием цифровых технологий в каждом из рассматриваемых инновационных контуров – от продуктового до экологического.

В ВЭД 26 размерный эффект также присутствует, но имеет более избирательный характер. Крупные фирмы значимо превосходят малые по продуктовым, процессным и экологическим инновациям, а также по двум агрегированным индексам. Вместе с тем по организационному и маркетинговому блокам статистически значимых различий не выявлено. Это позволяет предположить, что в электронной промышленности часть цифровых решений, связанных с управлением и рыночным присутствием, уже достаточно широко распространена независимо от размера фирмы, тогда как продуктово-производственный и ресурсно-экологический контур по-прежнему сильнее зависит от масштаба предприятия.

В целом полученные результаты позволяют сделать вывод о наличии выраженного размерного градиента цифровизации. Крупные фирмы заметно чаще используют цифровые технологии и в среднем охватывают большее число инновационных направлений. Этот эффект наиболее силён в химической промышленности и фармацевтике и несколько слабее – в производстве компьютеров и электроники.

Технологические лидеры и аутсайдеры

Дополнительный срез результатов связан с сопоставлением предприятий, относящихся к верхнему и нижнему квартилям распределения по технической эффективности. Такой подход позволяет оценить, различаются ли технологические лидеры и аутсайдеры по интенсивности использования цифровых технологий в различных типах инноваций (табл. 5, рис. 2).

Таблица 5. Различия между технологическими лидерами и аутсайдерами по использованию цифровых технологий

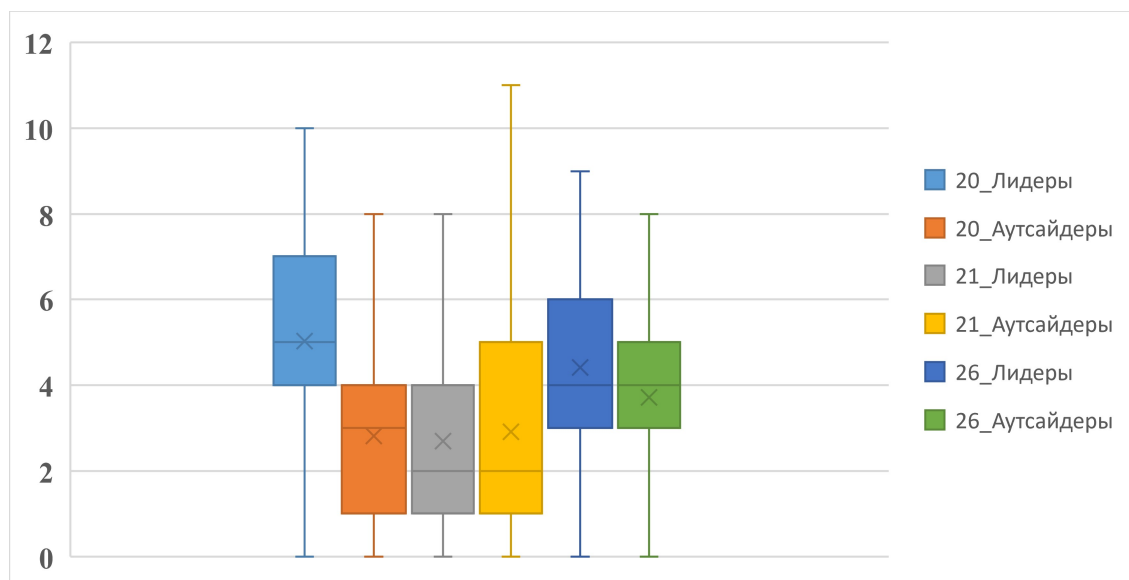
Table 5. Differences between technology leaders and laggards in their use of digital technologies

ВЭД Foreign economic activity	Аутсайдеры Outsiders	Лидеры Leaders	Значимость различий Significance of the differences	Блоки, где лидеры значимо превосходят аутсайдеров Blocks where leaders significantly outperform outsiders	Блоки, где аутсайдеры превосходят лидеров Blocks where underdogs outperform leaders
20 Химическая промышленность Chemical industry	2,81	5,02	***	Продуктовые; организационные; экологические; маркетинговые; продуктовые и маркетинговые; процессные, организационные и экологические Product; organizational; environmental; marketing; product and marketing; process and organizational and environmental	Процессные Process
21 Фармацевтика Pharmaceuticals	2,91	2,69	н. з. no values	Значимые различия отсутствуют No significant differences	Значимые различия отсутствуют No significant differences
26 Производство компьютеров и электроники Computer and electronics manufacturing	3,71	4,41	*	Экологические; процессные, организационные и экологические Ecological; process and organizational and ecological	В остальных блоках значимые различия отсутствуют No significant differences in the other blocks

Источник: рассчитано и составлено авторами/Source: calculated and compiled by the authors.

Примечание. Указаны статистически значимые различия после поправки Holm: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$; н. з. – различия статистически незначимы.

Note. Statistically significant differences after Holm correction: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; n.s. – differences are statistically insignificant.



Источник: рассчитано и составлено авторами/Source: calculated and compiled by the authors.

Рис. 2. Суммарное использование цифровых технологий у технологических лидеров и аутсайдеров в разрезе отраслей промышленности: крестик – среднее, линия – медиана, прямоугольник – 25–75 % квартиль, усы – минимальные и максимальные значения

Fig. 2. Total digital technology adoption by technology leaders and laggards by industry sector: cross – mean, line – median, rectangle – 25–75% quartile, whiskers – minimum and maximum values

Результаты показывают, что связь между технической эффективностью и интенсивностью цифровизации не является одинаковой во всех отраслях. Наиболее выраженный эффект наблюдается в химической промышленности, где технологические лидеры заметно превосходят аутсайдеров по суммарному использованию цифровых технологий (5,02 против 2,81), а также по большинству отдельных блоков инноваций. Исключение составляет процессный блок, где более высокие значения, напротив, наблюдаются у аутсайдеров. Такое отклонение можно интерпретировать как возможный признак догоняющей модернизации: менее эффективные предприятия чаще внедряют цифровые решения именно в производственный контур, стремясь сократить отставание.

В фармацевтической промышленности статистически значимых различий между лидерами и аутсайдерами не выявлено. Это позволяет предположить, что внутри данной отрасли связь между технической эффективностью и цифровыми технологиями выражена слабее, чем в химической промышленности, либо частично скрыта из-за неполноты открытых источников. Хотя по отдельным показателям наблюдаются разнонаправленные различия, после поправки на множественные сравнения они не сохраняют статистическую значимость.

В производстве компьютеров и электроники различия между лидерами и аутсайдерами носят более умеренный характер. Статистически значимое превосходство лидеров проявляется прежде всего по экологическому блоку, по агрегированному показателю процессных, организационных и экологических инноваций, а также по суммарному индексу цифровых технологий в целом. Это указывает на то, что в данной отрасли технологическое лидерство в большей степени связано не с продуктово-маркетинговым контуром, а с более развитой внутренней организацией и ресурсно-экологической компонентой цифровизации.

В целом полученные результаты позволяют сделать два вывода. Во-первых, в большинстве случаев технологические лидеры действительно используют больше цифровых технологий, чем аутсайдеры. Во-вторых, характер этой связи существенно зависит от отрасли: в химической промышленности он выражен особенно сильно, в электронике – умеренно, а в фармацевтике статистически устойчивого эффекта не наблюдается.

Дискуссия

Полученные результаты позволяют не только описать межотраслевые различия в цифровизации российских предприятий, но и уточнить, в каких именно аспектах цифровые технологии связаны с инновационной деятельностью фирм, а также как эти различия могут интерпретироваться с точки зрения существующей литературы и практики управления. Современная литература отмечает, что цифровая трансформация тесно связана с инновационным развитием предприятий, однако эта связь носит неоднородный и многоконтурный характер [1, 7]. Настоящая статья подтверждает этот тезис на материале российских предприятий и одновременно расширяет его, показывая, что цифровизацию целесообразно анализировать не как единый интегральный феномен, а как совокупность различных инновационных контуров – продуктового, процессного, организационного, экологического и маркетингового. В этом состоит первый важный результат статьи: отрасли различаются не только по суммарному уровню цифровизации, но и по её внутренней структуре. Производство компьютеров и электроники демонстрирует наиболее высокий суммарный уровень использования цифровых технологий и более выраженный продуктивно-маркетинговый профиль. Химическая промышленность, напротив, тяготеет к процессно-организационно-экологическому контуру. Фармацевтика занимает промежуточное положение, но по ряду блоков выглядит менее насыщенной цифровыми решениями. Этот результат можно рассматривать как один из теоретико-методических вкладов исследования: цифровизация фирм представлена как структурированное явление, встроенное в различные инновационные контуры, а не как единый индекс цифровой развитости.

Второй важный вывод касается размерного эффекта. Во всех трёх отраслях крупные фирмы значимо превосходят малые по суммарному показателю цифровых технологий, причём в химической промышленности и фармацевтике это превосходство охватывает практически все инновационные блоки. Этот результат хорошо согласуется как с международной литературой, где неоднократно отмечалась более высокая интенсивность цифровой трансформации у крупных и более зрелых фирм [7], так и с официальной российской статистикой [2]. Следовательно, выявленный в статье размерный градиент цифровизации не только совпадает с предшествующими исследованиями, но и подтверждается сразу двумя типами данных – официальной статистикой и фирменными наблюдениями из открытых источников. Вместе с тем статья делает и новый шаг по сравнению с предыдущими исследованиями. Если официальная статистика позволяет фиксировать размерный разрыв в использовании цифровых технологий в целом, то настоящая работа показывает, как именно этот разрыв распределяется по видам инноваций. Практически это означает, что проблема цифровизации малых предприятий не сводится к недостатку отдельных технологий: малые фирмы оказываются слабее интегрированы сразу в несколько инновационных контуров. Такой результат имеет непосредственное прикладное значение. Для промышленной и инновационной политики он указывает на необходимость не универсальных, а адресных мер поддержки. Для корпоративного управления это означает, что размер фирмы следует рассматривать не только как фоновую характеристику, но и как фактор, определяющий возможности построения более широкого цифрового профиля предприятия.

Третий результат связан с сопоставлением технологических лидеров и аутсайдеров. В большинстве случаев технологические лидеры действительно используют больше цифровых технологий, чем аутсайдеры, однако этот эффект зависит от отрасли. В химической промышленности он выражен особенно сильно; в электронике сохраняется, но в более умеренной форме; в фармацевтике статистически устойчивой связи между технической эффективностью и интенсивностью цифровизации выявить не удалось. Тем самым статья подтверждает общий тезис о положительной связи цифровизации и экономических результатов фирмы, который присутствует в литературе [1, 7], но одновременно показывает, что эта связь не является универсальной. Она зависит от того, какой именно отраслевой контекст рассматривается и в каких инновационных контурах концентрируются цифровые решения. Это расширяет существую-

щие исследования, поскольку в них чаще обсуждается общий положительный эффект цифровой трансформации, тогда как в настоящей статье он раскрывается в отраслевом и внутриотраслевом разрезе.

Заключение

В статье проведён межотраслевой анализ использования цифровых технологий российскими предприятиями на уровне фирм по данным открытых интернет-источников. В центре внимания находились три отрасли обрабатывающей промышленности – химическая промышленность, фармацевтика и производство компьютеров и электроники. Цифровые технологии были сгруппированы по видам инноваций, что позволило перейти от общего описания цифровизации к более содержательному анализу её структуры.

Полученные результаты показывают, что цифровизация предприятий носит выражено неоднородный характер. Отрасли различаются как по общему уровню использования цифровых технологий, так и по инновационным контурам (видам инноваций), в которых эти технологии проявляются. Производство компьютеров и электроники характеризуется наиболее высоким суммарным уровнем цифровизации и более выраженным продуктивно-маркетинговым профилем. Химическая промышленность демонстрирует более сильную ориентацию на процессные, организационные и экологические инновации. Фармацевтика занимает промежуточное положение, но по ряду показателей выглядит менее насыщенной цифровыми решениями, особенно во внутреннем и экологическом контуре.

Существенным результатом исследования стало выявление размерного градиента цифровизации. Во всех трёх отраслях крупные фирмы используют больше цифровых технологий, чем малые, причём в химической промышленности и фармацевтике это превосходство проявляется практически по всем инновационным блокам. Это позволяет рассматривать размер фирмы как один из наиболее устойчивых факторов различий в цифровизации. Сопоставление технологических лидеров и аутсайдеров также показало, что в большинстве случаев более эффективные предприятия используют больше цифровых технологий, хотя сила этой связи зависит от отрасли.

Методически статья показывает, что открытые интернет-источники могут служить полезным инструментом анализа цифровизации на уровне фирм. Их основное преимущество состоит в возможности перейти от отраслевых агрегатов к межфирменным сопоставлениям. Вместе с тем полученные показатели следует интерпретировать как индикаторы публично наблюдаемой цифровизации, а не как полную оценку всех реально используемых цифровых решений.

Теоретико-методический вклад исследования состоит в том, что цифровизация рассматривается не как единый интегральный показатель, а как совокупность цифровых решений, распределённых по различным видам инноваций и связанным с ними стратегическим профилям предприятий. Практическая значимость результатов заключается в возможности использовать их для диагностики отраслевых профилей цифровизации, выявления наиболее уязвимых групп предприятий и разработки более адресных мер промышленной, инновационной и цифровой политики, а также корпоративных стратегий цифровой трансформации.

В целом результаты исследования подтверждают, что цифровые технологии уже встроены в различные контуры инновационной деятельности российских предприятий, но их распространение и структура существенно зависят от отрасли, размера фирмы и уровня технической эффективности.

Список литературы

1. Huynh A.N.Q., Phan N.T.B. Digitalization, innovation and firm outcomes: a systematic review. *Journal of Financial Economic Policy*, 2025, 19 May DOI: <https://doi.org/10.1108/jfep-10-2024-0303>.
2. Абашкин В.Л., Абдрахманова Г.И., Вишневский К.О., Гохберг Л.М. и др. *Цифровая экономика: 2026: краткий статистический сборник*. М.: ИСИЭЗ ВШЭ, 2026. 132 с.

3. Rammer C., Es-Sadki N. Using big data for generating firm-level innovation indicators: a literature review. *Technological Forecasting and Social Change*, 2023, Vol. 197, art. 122874. DOI: 10.1016/j.techfore.2023.122874. EDN: TTUYLD.
4. Ashouri S., Hajikhani A., Suominen A., Pukelis L., Cunningham S.W. Measuring digitalization at scale using web scraped data. *Technological Forecasting and Social Change*, 2024, Vol. 207, art. 123618. DOI: 10.1016/j.techfore.2024.123618. EDN: OFHPCJ.
5. Спицын В.В., Гасанов М.А., Леонова В.А. Воздействие цифровой трансформации экономики на развитие предприятий-технологических лидеров. *E-Management*, 2025, Т. 8, № 3, С. 16–30. DOI: 10.26425/2658-3445-2025-8-3-16-30. EDN: VNVDKC.
6. Qiu P., Chang B. The impact of digital transformation on open innovation performance: the intermediary role of digital innovation dynamic capability. *PLoS ONE*, 2025, Vol. 20, № 3, art. e0317785. DOI: 10.1371/journal.pone.0317785. EDN: JSFCZX.
7. Wang C., Yang J., Lin Y., Xue B. Assessing the impact of digital transformation on manufacturing enterprises' performances: an efficiency perspective. *International Journal of Financial Studies*, 2025, Vol. 13, № 4, art. 241. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijfs13040241>. EDN: DGZWLW.
8. Xu Y., Ji J., Qiao Y., Huang J. How and when does digital transformation promote technological innovation performance? A study of Chinese high-tech firms. *Technovation*, 2025, Vol. 146, art. 103294. DOI: 10.1016/j.technovation.2025.103294. EDN: VBQTRB.
9. Ma J., Shang Y., Liang Z. Digital transformation, artificial intelligence and enterprise innovation performance. *Finance Research Letters*, 2025, Vol. 78, art. 107190. DOI: 10.1016/j.frl.2025.107190. EDN: UVAFJF.
10. Jie H., Gooi L.M., Lou Y. Digital maturity, dynamic capabilities and innovation performance in high-tech SMEs. *International Review of Economics & Finance*, 2025, Vol. 99, art. 103971. DOI: 10.1016/j.iref.2025.103971. EDN: LMOYXI.
11. Rubio-Andrés M., Linuesa-Langreo J., Gutiérrez-Broncano S., Sastre-Castillo M.A. Tackling digital transformation strategy: how it affects firm innovation and organizational effectiveness. *The Journal of Technology Transfer*, 2025, Vol. 50, P. 1893–1918. DOI: 10.1007/s10961-024-10164-9. EDN: MZTAZL.
12. Njah S., Danjou C., Armellini F., Beaudry C., Mosconi E. A digital maturity model for assessing SMEs in the manufacturing sector. *Digital Engineering*, 2026, Vol. 9, art. 100084. DOI: 10.1016/j.dte.2025.100084. EDN: TUORUH.
13. Zhang C., Deng Y. How does digital transformation affect firm technical efficiency? Evidence from China. *Finance Research Letters*, 2024, Vol. 69, part A, art. 106069. DOI: 10.1016/j.frl.2024.106069. EDN: RYXRAH.
14. Гилева Т.А. Цифровая трансформация промышленных предприятий: тренды и стратегии. *МИП (Модернизация. Инновации. Развитие)*, 2025, Т. 16, № 2, С. 225–241. DOI: <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.2.225-241>. EDN: PEBEIS.
15. Денике Л.В. Интенсивная цифровизация как фактор инновационного развития предприятий. *Региональная и отраслевая экономика*, 2024, № S1, С. 130–134. DOI: 10.47576/2949-1916.2024.59.62.018. EDN: TXNTML.
16. Морковкин Д.Е., Макрушина А.В. Цифровизация промышленности как драйвер инновационно-технологического развития экономики. *Вестник Евразийской науки*. URL: <https://esj.today/PDF/91ECVN224.pdf> (дата обращения 14.06.2026).
17. Sõna S., Masso J., Sharma S., Vahter P., Sharma R. The analysis of firm web data for predicting company innovativeness: a comparison across different types of innovation. *Journal of Business Analytics*, 2024, Vol. 7, Iss. 4, P. 273–291. DOI: <https://doi.org/10.1080/2573234X.2024.2364886>.
18. Собиров Б.Ш. Цифровая трансформация промышленных предприятий как особый тип инновации. *Экономика и управление*, 2025, Т. 31, № 10, С. 1302–1313. DOI: 10.35854/1998-1627-2025-10-1302-1313. EDN: GMZCAV.
19. Козлов Т.Л. Ключевые тренды цифровой трансформации в развитии инновационной деятельности компаний. *Индустриальная экономика*, 2024, № S1, С. 160–164. DOI: 10.47576/2949-1886.2024.40.77.024. EDN: DLTZJF.
20. СПАРК-Интерфакс: информационная система. 2025. URL: <https://spark-interfax.ru/> (дата обращения 25.10.2025).
21. *Oslo manual 2018: guidelines for collecting, reporting and using data on innovation*. 4th ed. The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. Paris, OECD Publishing; Luxembourg, Eurostat, 2018. 256 p. DOI: 10.1787/9789264304604-en.
22. Koenker R., Bassett G. Regression quantiles. *Econometrica*, 1978, Vol. 46, № 1, P. 33–50. DOI: 10.2307/1913643.
23. Гасанов М.А., Спицын В.В., Спицына Л.Ю., Леонова В.А., Брагин А.Д. Технологические лидеры в российской экономике: оценка сдвига производственного фронта в 2019–2023 гг. *Управление*, 2026, Т. 14, № 1, С. 37–50. DOI: <https://doi.org/10.26425/2309-3633-2026-14-1-37-50>. EDN: TUDFDC.

Информация об авторах

Владислав Владимирович Спицын, кандидат экономических наук, доцент Отделения экономики и организации производства Бизнес-школы Национального исследовательского Томского политехнического университета, Российская Федерация, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30; spitsin_vv@mail.ru

Магеррам Алиевич Гасанов, доктор экономических наук, профессор Отделения экономики и организации производства Бизнес-школы Национального исследовательского Томского политехнического университета, Российская Федерация, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30; hursud1@yandex.ru

Любовь Юрьевна Спицына, кандидат экономических наук, доцент Отделения экономики и организации производства Бизнес-школы Национального исследовательского Томского политехнического университета, Российская Федерация, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30; spicyna@tpu.ru

Сергей Александрович Дукарт, кандидат исторических наук, доцент Отделения экономики и организации производства Бизнес-школы Национального исследовательского Томского политехнического университета, Российская Федерация, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30; dukart@tpu.ru

Александр Дмитриевич Брагин, старший преподаватель Отделения информационных технологий Инженерной школы информационных технологий и робототехники Национального исследовательского Томского политехнического университета, Российская Федерация, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30; bragin@tpu.ru

Дарья Владиславовна Спицына, магистрант Бизнес-школы Национального исследовательского Томского политехнического университета, Российская Федерация, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30; dspicyna13@mail.ru

Поступила в редакцию: 25.04.2026

Поступила после рецензирования: 20.05.2026

Принята к публикации: 29.06.2026

REFERENCES

1. Huynh A.N.Q., Phan N.T.B. Digitalization, innovation and firm outcomes: a systematic review. *Journal of Financial Economic Policy*, 2025, 19 May, DOI: <https://doi.org/10.1108/jfep-10-2024-0303>.
2. Abashkin V.L., Abdrakhmanova G.I., Vishnevskiy K.O., Gokhberg L.M. *Digital economy: 2026. Brief Statistical Compilation*. Moscow, ISSEK HSE Publ., 2026. 132 p. (In Russ.)
3. Rammer C., Es-Sadki N. Using big data for generating firm-level innovation indicators: a literature review. *Technological Forecasting and Social Change*, 2023, vol. 197, art. 122874. DOI: 10.1016/j.techfore.2023.122874. EDN: TTUYLD.
4. Ashouri S., Hajikhani A., Suominen A., Pukelis L., Cunningham S.W. Measuring digitalization at scale using web scraped data. *Technological Forecasting and Social Change*, 2024, vol. 207, art. 123618. DOI: 10.1016/j.techfore.2024.123618. EDN: OFHPCJ.
5. Spitsyn V.V., Gasanov M.A., Leonova V.A. Impact of economic digital transformation on technologically leading enterprises development. *E-Management*, 2025, vol. 8, no. 3, pp. 16–30. (In Russ.) DOI: 10.26425/2658-3445-2025-8-3-16-30. EDN: VNVDKC.
6. Qiu P., Chang B. The impact of digital transformation on open innovation performance: the intermediary role of digital innovation dynamic capability. *PLoS ONE*, 2025, vol. 20, no. 3, art. e0317785. DOI: 10.1371/journal.pone.0317785. EDN: JSFCZX.
7. Wang C., Yang J., Lin Y., Xue B. Assessing the impact of digital transformation on manufacturing enterprises' performances: an efficiency perspective. *International Journal of Financial Studies*, 2025, vol. 13, no. 4, art. 241. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijfs13040241>. EDN: DGZWL V.
8. Xu Y., Ji J., Qiao Y., Huang J. How and when does digital transformation promote technological innovation performance? A study of Chinese high-tech firms. *Technovation*, 2025, vol. 146, art. 103294. DOI: 10.1016/j.technovation.2025.103294. EDN: VBQTRB.
9. Ma J., Shang Y., Liang Z. Digital transformation, artificial intelligence and enterprise innovation performance. *Finance Research Letters*, 2025, vol. 78, art. 107190. DOI: 10.1016/j.frl.2025.107190. EDN: UVAFJF.
10. Jie H., Gooi L.M., Lou Y. Digital maturity, dynamic capabilities and innovation performance in high-tech SMEs. *International Review of Economics & Finance*, 2025, vol. 99, art. 103971. DOI: 10.1016/j.iref.2025.103971. EDN: LMOYXI.
11. Rubio-Andrés M., Linuesa-Langreo J., Gutiérrez-Broncano S., Sastre-Castillo M.A. Tackling digital transformation strategy: how it affects firm innovation and organizational effectiveness. *The Journal of Technology Transfer*, 2025, vol. 50, pp. 1893–1918. DOI: 10.1007/s10961-024-10164-9. EDN: MZTAZL.
12. Njah S., Danjou C., Armellini F., Beaudry C., Mosconi E. A digital maturity model for assessing SMEs in the manufacturing sector. *Digital Engineering*, 2026, vol. 9, art. 100084. DOI: 10.1016/j.dte.2025.100084. EDN: TUORUH.

13. Zhang C., Deng Y. How does digital transformation affect firm technical efficiency? Evidence from China. *Finance Research Letters*, 2024, vol. 69, part A, art. 106069. DOI: 10.1016/j.frl.2024.106069. EDN: RYXRAH.
14. Gileva T.A. Digital transformation of industrial enterprises: trends and strategies. *MIR (Modernization. Innovation. Research)*, 2025, vol. 16, no. 2, pp. 225–241. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2025.16.2.225-241>. EDN: PEBEIS.
15. Denike L.V. Intensive digitalization as a factor of innovative development of enterprises. *Regional and Branch Economy*, 2024, no. S1, pp. 130–134. (In Russ.) DOI: 10.47576/2949-1916.2024.59.62.018. EDN: TXNTML.
16. Morkovkin D.E., Makrushina A.V. Digitalization of industry as a driver of innovative and technological development of the economy. *The Eurasian Scientific Journal* (In Russ.) Available at: <https://esj.today/PDF/91ECVN224.pdf> (accessed 14 June 2026).
17. Sõna S., Masso J., Sharma S., Vahter P., Sharma R. The analysis of firm web data for predicting company innovativeness: a comparison across different types of innovation. *Journal of Business Analytics*, 2024, vol. 7, Iss. 4, pp. 273–291. DOI: <https://doi.org/10.1080/2573234X.2024.2364886>.
18. Sobirov B.Sh. Digital transformation of industrial enterprises as a special type of innovation. *Economics and Management*, 2025, vol. 31, no. 10, pp. 1302–1313. (In Russ.) DOI: 10.35854/1998-1627-2025-10-1302-1313. EDN: GMZCAV.
19. Kozlov T.L. Key trends of digital transformation in the development of innovative activities of companies. *Industrial Economics*, 2024, no. S1, pp. 160–164. (In Russ.) DOI: 10.47576/2949-1886.2024.40.77.024. EDN: DLTZJF.
20. *SPARK-Interfax. Information system*. 2025. (In Russ.) Available at: <https://spark-interfax.ru/> (accessed 25 October 2025).
21. *Oslo manual 2018: guidelines for collecting, reporting and using data on innovation*. 4th ed. The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. Paris, OECD Publishing; Luxembourg, Eurostat, 2018. 256 p. DOI: 10.1787/9789264304604-en.
22. Koenker R., Bassett G. Regression quantiles. *Econometrica*, 1978, vol. 46, no. 1, pp. 33–50. DOI: 10.2307/1913643.
23. Gasanov M.A., Spitsyn V.V., Spitsyna L.Yu., Leonova V.A., Bragin A.D. Technological leaders: assessing production frontier in the Russian economy under external shocks (2019–2023). *Upravlenie/Management (Russia)*, 2026, vol. 14, no. 1, pp. 37–50. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.26425/2309-3633-2026-14-1-37-50>. EDN: TUDFDC.

Information about the authors

Vladislav V. Spitsin, Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russian Federation; spitsin_vv@mail.ru

Magerram A. Gasanov, Dr. Sci. (Econ.), Professor, National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russian Federation; mag@tpu.ru

Lubov Yu. Spitsina, Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russian Federation; spicyna@tpu.ru

Sergey A. Dukart, Cand. Sci (His.), Associate Professor, National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russian Federation; dukart@tpu.ru

Alexander D. Bragin, Senior Lecturer, National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russian Federation; bragin@tpu.ru

Daria V. Spitsina, Master's Student, National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russian Federation; dspicyna13@mail.ru

Received: 25.04.2026

Revised: 20.05.2026

Accepted: 29.06.2026