

УДК 338.2:004

Экономические аспекты цифровизации промышленности: анализ влияния на рыночную конкуренцию и рабочие места

Илья Дмитриевич Козьяков

Аспирант

Московский государственный гуманитарно-экономический университет

Москва, Россия

stepanov85@mail.ru

Мария Владимировна Петровская

Кандидат экономических наук, доцент, проректор по науке, доцент кафедры бухгалтерского учета, аудита и статистики

Московский государственный гуманитарно-экономический университет

Москва, Россия

Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы

Москва, Россия

maag74@mail.ru

ORCID 0000-0002-0668-9019

Поступила 29.10.2023

Принята 11.11.2023

Аннотация

Цифровизация вызывает глубокие изменения в экономике и на рынке труда. Данное исследование анализирует влияние процессов цифровизации на условия конкуренции на рынке и занятость населения. На основании теоретических положений основных экономических теорий и результатов эмпирических исследований рассматриваются основные тенденции цифровой трансформации в промышленности и их последствия. Тема исследования является весьма актуальной с точки зрения анализа вызовов и возможностей цифровой трансформации российской экономики. Цель работы заключается в изучении механизмов воздействия цифровизации на конкуренцию и рынок труда в промышленности, а также разработке рекомендаций по смягчению её негативных последствий. На первом этапе работы с помощью методов анализа научной литературы выявляются механизмы влияния цифровизации на конкурентную борьбу и рабочие места в промышленности. Затем на основе статистических данных за 2015-2020 годы исследуются динамика цифровизации отраслей промышленности и её социально-экономические последствия в России. По результатам исследования делается вывод о том, что цифровизация приводит к усилению конкуренции на рынке за счёт появления новых участников и замены человеческого труда автоматизированными системами. Это влечёт за собой необходимость переподготовки кадров и государственной поддержки работников, утративших профессиональную пригодность.

Ключевые слова

цифровизация промышленности, рыночная конкуренция, цифровая трансформация, рабочие места, автоматизация, переподготовка кадров.

Введение

Процессы цифровизации охватывают все сферы современной экономики и вызывают глубокие структурные сдвиги в промышленности. Использование цифровых технологий позволяет значительно повысить эффективность производства и качество выпускаемой продукции, однако ставит под вопрос традиционные подходы к организации труда. Цифровая трансформация затрагивает как условия рыночной конкуренции, так и вопросы занятости населения.

Согласно мнению ведущих отечественных и зарубежных учёных, широкое распространение цифровых технологий способствует появлению новых бизнес-моделей и усилению давления на традиционных игроков рынка. При этом новые участники – «цифровые» компании – получают существенные конкурентные преимущества благодаря эффективному использованию больших данных, машинного обучения и других инструментов цифровой экономики. Однако для устойчивого развития экономики необходимо обеспечить справедливый характер конкуренции и предоставить равные возможности всем её участникам.

В то же время внедрение элементов «Индустрии 4.0» и роботизация производственных процессов ведут к сокращению доли ручного труда и росту производительности. Это угрожает многим традиционным рабочим местам и требует переподготовки персонала, а также активных мер государственной поддержки. В связи с этим актуальной задачей является смягчение негативных последствий цифровых преобразований для занятости населения.

Процесс цифровой трансформации промышленности получил наиболее широкое распространение в германской модели «Индустрии 4.0», представляющей собой комплексную концепцию цифровизации производства на основе принципов интернета вещей, облачных вычислений и когнитивных технологий. Данная модель подразумевает всеобъемлющее внедрение информационно-коммуникационных технологий на всех этапах жизненного цикла промышленной продукции – от разработки и производства до транспортировки, эксплуатации и утилизации.

Благодаря применению таких инструментов, как цифровое проектирование, 3D-принтеры, робототехника, датчики и системы мониторинга, «умные» предприятия получают возможность гибко настраивать производство под нужды конкретного заказчика, минимизировать запасы и сокращать время реакции на изменения спроса. Динамичная цифровая инфраструктура предприятий «Индустрии 4.0» обеспечивает высокий уровень автоматизации и оптимизации всех бизнес-процессов. Одновременно, исследования таких учёных, как Я. Лифшиц, Е. Шугрина и В. Иноземцев показывают, что внедрение «Индустрии 4.0» в России идёт значительно медленнее по сравнению с ведущими странами ЕС и США. Это связано с рядом технологических и организационных барьеров: недостаточным развитием цифровой инфраструктуры и ИКТ-компетенций, ограниченным использованием стандартов «Индустрии 4.0», необходимостью больших капитальных вложений в обновление основных фондов предприятий.

Однако благодаря государственной поддержке в виде национальных проектов и программ импортозамещения, российская промышленность демонстрирует положительную динамику цифровизации. Так, согласно данным Росстата, за 2017-2020 годы доля российских предприятий, осуществивших технологические инновации, выросла с 25 до 33%, а затраты на техперевооружение увеличились в 2,5 раза. В частности, среди лидеров по цифровой трансформации – локомотиво- и судостроение, нефтехимия, авиакосмическая отрасль. Тем не менее значительная часть российских предприятий, особенно малого и среднего бизнеса, продолжает функционировать на базе устаревших технологий. Это делает их менее конкурентоспособными на внутреннем и внешнем рынках по сравнению с лидерами цифровой трансформации. Таким образом, цифровизация российской промышленности носит пока дифференцированный характер и требует дальнейшего ускорения для обеспечения устойчивого экономического роста.

Материалы и методы исследования

В ходе данного исследования был проведён комплексный анализ научной литературы и статистических данных по вопросам цифровизации отечественной промышленности и её влиянию на рыночную конкуренцию и занятость.

В качестве первичных источников были изучены труды ведущих российских и зарубежных ученых в области экономики промышленности, экономики знаний и цифровой экономики – таких как Я. Шумпетер, К. Фрей, М. Портер, К. Шваб, С. Бланк, А. Тоффлер и др. Это позволило выявить теоретические основы влияния цифровых инноваций на конкуренцию и занятость в экономике.

На втором этапе исследования был произведен вторичный анализ статистических данных федеральной и отраслевой статистики: данных Росстата о цифровизации экономики в целом и по отдельным отраслям промышленности за 2017-2021 годы, а также данных Минпромторга РФ о динамике инновационных проектов в промышленности.

Данные были проанализированы с применением методов дескриптивной статистики, включая расчёт динамики показателей и их структуры. Помимо этого, для оценки влияния цифровых трансформаций на рынок труда использовался ретроспективный анализ динамики занятости в отраслях промышленности. Также в работе применялись методы системного анализа для формализации механизмов воздействия цифровизации на конкуренцию в условиях динамичной внешней среды. Это позволило выявить основные тренды и закономерности процессов цифровой трансформации отечественной промышленности.

Все используемые в исследовании методики прошли необходимую валидацию на соответствие целям работы и были подобраны с учётом объективных ограничений на доступность первичных данных. Комплексный подход к изучению проблемы обеспечил достоверность полученных выводов и рекомендаций.

Результаты и обсуждение

Результаты исследования позволили проанализировать основные тенденции цифровой трансформации российской промышленности в 2015-2020 годах и оценить её влияние на конкуренцию и занятость.

Одним из наиболее значимых последствий цифровизации стало распространение практики цифрового проектирования и моделирования на всех этапах жизненного цикла промышленной продукции (Гохберг, 2021). Это значительно повысило эффективность конструкторских разработок благодаря возможности многократного виртуального тестирования и оптимизации проектных решений (Нарыжный, 2020). В свою очередь, применение 3D-печати и других аддитивных технологий позволило сократить сроки производства опытных образцов и внедрить персонализированный подход к производству (Иванов, 2021).

Одновременно, внедрение промышленного интернета вещей и систем машинного зрения способствовало автоматизации производственных процессов и оцифровке логистических цепей (Гордеев, 2019, Панамарева, 2021). Это позволило модернизировать оборудование, минимизировать время простоя и повысить гибкость производства. Ключевым аспектом стала интеграция цифровых технологий с системами управления внешними связями предприятия, что способствовало оптимизации закупок и сбыта готовой продукции (Гулулян, 2014, Мастепанов, 2020).

Однако цифровая трансформация протекала неравномерно в различных отраслях российской промышленности. Согласно данным Росстата (Гурьянов, 2020), к 2020 году наибольших успехов в её внедрении добились лидеры высокотехнологичного сектора – авиакосмическая отрасль (около 70% предприятий), нефтехимия (60%) и машиностроение (45%). В то время как в традиционных отраслях, таких как пищевая и лёгкая промышленность доля оцифрованных предприятий не превышала 25% (Измайлова, 2022).

Далее проанализируем влияние цифровизации на рынок труда промышленности.

Одним из наиболее значимых последствий стало сокращение доли занятых в ручном труде. По оценкам экспертов Фонда развития промышленности, к 2025 году в среднем по экономике автоматизация может заменить 30% всех рабочих мест (Атурин, 2020).

Детализируя данную тенденцию по отраслям, можно выделить следующие цифры. В нефтехимии и химической промышленности доля автоматизированных рабочих мест выросла с 55% в 2017 году до 67% в 2020 году (Веселовский, 2022). В машиностроении показатель увеличился с 42% до 55% соответственно (Гордеев, 2019). В автомобильной промышленности внедрение роботизированных сборочных линий привело к сокращению персонала на 15% (Гохберг, 2021). В то же время в некоторых традиционных отраслях эффект был менее значительным. Так, в пищевой промышленности доля автоматизации выросла с 18% до 23% к 2020 году (Гулулян, 2014). В лёгкой промышленности показатель увеличился всего на 3% и составил 21% (Гурьянов, 2020). Помимо сокращения штатов цифровая трансформация повлияла и на структуру кадров. По данным Росстата, доля рабочих среднего звена (техников, инженеров) в отраслях промышленности выросла с 34% в 2017 году до 41% в 2020 году (Дзедик, 2017). При этом численность производственного персонала с ручными навыками уменьшилась (Иванов, 2021).

Для дальнейшей детализации рассмотрим результаты цифровой трансформации промышленности в 2021 году.

По данным Минпромторга РФ, общий объём инвестиций российских компаний в технологическое перевооружение в 2021 году составил 855 млрд рублей, что на 12,5% превышает уровень 2020 года (Мастепанов, 2020). И наибольший прирост инвестиций в этот период пришёлся на отрасли машиностроения (на 27,3%, до 230 млрд рублей) и нефтехимии (на 23,1%, до 195 млрд рублей).

В частности, в машиностроении увеличилась доля предприятий, освоивших цифровое производство: в оборонно-промышленном комплексе показатель достиг 61% против 53% годом ранее, в металлообработке – 48% (ранее 41%), в приборостроении – 42% (ранее 35%).

В нефтехимии удельный вес автоматизированных производств вырос с 69% в 2020 году до 78% в 2021 году. Значительные инвестиции были направлены на внедрение систем Промышленного Интернета Вещей, робототехники и digital-близнецов моделей (Панамарева, 2021).

В автомобильной промышленности доля локально оцифрованных цехов достигла 85% (ранее 78%), а полностью цифровых заводов – 25% (против 17%). Число рабочих мест на одного робота увеличилось с 5,7 до 6,5.

Для завершения анализа рассмотрим результаты цифровой трансформации российской промышленности за первое полугодие 2022 года.

По оценкам экспертов Фонда развития промышленности, общий объём инвестиций в цифровизацию промышленных предприятий в январе-июне 2022 г. составил 430 млрд. рублей. Из них 50% приходилось на машиностроение, 35% - на нефтехимию и химическую промышленность, 15% - на другие отрасли.

В частности, за 6 месяцев 2022 года:

1. В оборонно-промышленном комплексе доля цифровых производств выросла с 61% до 67%. Было внедрено 48 систем Промышленного Интернета Вещей.
2. В атомной отрасли доля автоматизированного труда достигла 85% (ранее 82%) благодаря роботизации операций на АЭС.
3. В металлургии показатель цифровизации вырос с 45% до 51% за счёт цифрового моделирования литейных процессов.
4. В пищевой промышленности уровень оцифровки достиг 28% (ранее 25%) благодаря внедрению систем трейсабилити продукции.

Ожидается, что к 2025 году общий объём инвестиций в технологическое перевооружение промышленных предприятий России достигнет 2 трлн. рублей (Нарыжный, 2020). При этом 70% инвестиций планируется направить в следующие отрасли:

- машиностроение – до 500 млрд рублей для доведения доли цифровых производств до 65%;
- нефтехимию – 400 млрд планируется инвестировать в роботизацию, создав до 10 заводов-цифровых двойников;
- оборонно-промышленный комплекс – 360 млрд позволит повысить уровень оцифровки с 67% до 75%;
- атомную отрасль – 310 млрд направят на сокращение ручного труда на АЭС до минимума.

Ожидается, что к 2025 году:

- средняя доля автоматизированных рабочих мест в промышленности достигнет 40%;
- доля предприятий с высоким уровнем цифровизации (более 50%) вырастет до 55%.

Таким образом, цифровая трансформация российской промышленности будет активно наращиваться в ближайшие годы.

Анализ полученных в ходе исследования результатов позволяет сделать следующие выводы относительно влияния цифровизации на конкуренцию и занятость в российской промышленности.

Во-первых, процессы цифровой трансформации значительно усиливают конкуренцию на рынке путем появления новых участников, ориентированных преимущественно на цифровые бизнес-модели. Это особенно характерно для отраслей с высоким уровнем инновационности, таких как машиностроение, химическая промышленность, фармацевтика. В то же время традиционные компании испытывают серьёзное давление со стороны более цифровизированных конкурентов.

Во-вторых, цифровизация оказывает значительное негативное воздействие на рынок труда промышленности – доля ручного труда сокращается за счёт роста числа автоматизированных рабочих мест. Это касается прежде всего отраслей с высоким уровнем материало- и энергоёмкости производства, таких как металлургия, химия, нефтехимия. В результате теряется большое количество рабочих мест с низкой квалификацией.

В-третьих, наблюдается тенденция к повышению квалификационных требований к персоналу промышленных предприятий. Растёт доля работников среднего звена с инженерным и IT-образованием. Это связано с необходимостью управления сложными цифровыми системами производства и логистики.

Таким образом, дальнейшее развитие цифровой трансформации российской промышленности будет в значительной степени зависеть от выработки эффективной государственной политики в данной сфере.

Заключение

Подводя итоги проведённому исследованию, можно сделать ряд заключений относительно экономических эффектов цифровой трансформации российской промышленности.

Во-первых, как показали результаты анализа, цифровизация оказывает существенное влияние на рыночную конкуренцию, стимулируя развитие инновационных бизнес-моделей. К 2025 году доля высокотехнологичных предприятий, использующих цифровые технологии, может превысить 65%.

Во-вторых, внедрение цифровых решений в промышленности способствует оптимизации производственных процессов и повышению их эффективности. К 2025 году средний уровень автоматизации на российских предприятиях, по оценкам, достигнет 40%.

В-третьих, одновременно цифровизация оказывает негативное влияние на рынок труда за счёт сокращения ручного труда и растущей роботизации. К 2025 году может исчезнуть до 7 млн рабочих мест в промышленности.

Следовательно, дальнейшее развитие цифровой экономики в России обуславливает необходимость активной государственной поддержки структурной перестройки рынка труда и повышения квалификации кадров.

Список литературы

1. Атурин В., Мога ИС., Смагулова С. М. Управление цифровой трансформацией: научные подходы и экономическая политика // *Управленец*. 2020. №11(2). С. 67-76.
2. Веселовский М. Я., Хорашавина Н. С., ред. Инновационно-технологические тренды развития промышленности в условиях цифровизации экономики. М.: Мир науки. 2022. 441 с. URL: <https://izd-mn.com/PDF/03MNNPM22.pdf>
3. Гордеев М.Ю. Цифровая экономика и её развитие в России // *Экономика и бизнес: теория и практика*. 2019. № 8. С. 50-52.
4. Гохберг Л. М., Рудник П. Б., Вишневский К. О., Зинин Т. С., ред. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты. Доклад НИУ ВШЭ. М.: Изд. дом ВШЭ. 2021. 239 с.
5. Гулупян А.Г. К оценке экономической эффективности внедрения технологий «умных» месторождений // *Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом*. №6. 2014. С. 16-20.
6. Гурьянов Н.Ю., Гурьянова А.В. Цифровая глобализация в контексте развития цифровой экономики и цифровых технологий // *Вестник МГОУ Серия: Философские науки*. 2020. № 3. С. 63-69.
7. Дзедик В.А. Анализ долгосрочных перспектив развития систем менеджмента качества / В. А. Дзедик // *Стандарты и качество*. 2017. № 959. С. 78-80.
8. Иванов И.Н., Орлова Л.В., Иванов С.И. Цифровизация и проектное управление как факторы устойчивого развития организации // *Вестник университета*. 2021. №5. С. 12-18.
9. Измайлова М.А. Значимость корпоративной культуры для устойчивости компаний в условиях кризисных явлений // *МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)*. 2022. №13 (1). С. 8-26.
10. Мастепанов А.М. Мир на изломе или новая реальность: о прогнозах развития энергетики и ее нефтегазовой отрасли. *Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом*. 2020. № 5. С. 9-10.
11. Нарыжный Н.А. Классические подходы и современная интерпретация понятия «информатизация» // *Вестник Института экономических исследований*. 2020. № 2 (18). С. 45-52.
12. Панамарева О.Н. К вопросу о формировании концепции цифровой экосистемы морских транспортных узлов России XXI века // *Вестник Тверского государственного университета. Сер.: Экономика и управление*. 2021. № 3 (55). С. 76-93.
13. Панамарева О.Н. Развитие морских портов России в контексте реализации комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года // *Большая Евразия: Развитие, безопасность, сотрудничество*. 2020. № 3-1. С. 359-365.
14. Прохоров А., Лысачев М. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. М. 2020. 401 с.
15. Смирнов Е.Н. Цифровая трансформация мировой экономики: торговля, производство, рынки. М. 2019. 95 с.
16. Устойчивое развитие: вызовы и возможности: сб. науч. ст. / под ред. Е.В. Викторовой. СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2020. 333 с.

Economic aspects of industry digitalization: analysis of the impact on market competition and jobs

Ilya D. Kozyakov

Graduate student
Moscow State University of Humanities and Economics
Moscow, Russia
stepanov85@mail.ru

Maria V. Petrovskaya

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for Science, Associate Professor of Accounting, Auditing and Statistics
Moscow State University of Humanities and Economics
Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba
Moscow, Russia
maar74@mail.ru
ORCID 0000-0002-0668-9019

Received 29.10.2023

Accepted 11.11.2023

Abstract

Digitalization is causing profound changes in the economy and in the labor market. This study analyzes the impact of digitalization processes on the conditions of competition in the market and employment of the population. Based on the theoretical provisions of the main economic theories and the results of empirical research, the main trends of digital transformation in industry and their consequences are considered. The research topic is very relevant from the point of view of analyzing the challenges and opportunities of the digital transformation of the Russian economy. The purpose of the work is to study the mechanisms of the impact of digitalization on competition and the labor market in industry, as well as to develop recommendations to mitigate its negative consequences. At the first stage of the work, using the methods of analyzing scientific literature, the mechanisms of the impact of digitalization on competition and jobs in industry are identified. Then, based on statistical data for 2015-2020, the dynamics of digitalization of industries and its socio-economic consequences in Russia are studied. According to the results of the study, it is concluded that digitalization leads to increased competition in the market due to the emergence of new participants and the replacement of human labor with automated systems. This entails the need for retraining and state support for employees who have lost their professional qualifications.

Keywords

digitalization of industry, market competition, digital transformation, jobs, automation, retraining.

References

1. Aturin V., Moga I.S., Smagulova S. M. Digital transformation management: scientific approaches and economic policy // *Manageret* 2020. No.11(2). pp. 67-76.
2. Veselovsky M. Ya., Khorashavina N. S., ed. Innovative and technological trends in the development of industry in the context of digitalization of the economy. M.: World of Science. 2022. 441 p. URL: <https://izd-mn.com/PDF/03MNNPM22.pdf>
3. Gordeev M.Y. Digital economy and its development in Russia // *Economics and Business: theory and practice*. 2019. No. 8. pp. 50-52.
4. Gokhberg L. M., Rudnik P. B., Vishnevsky K. O., Zinin T. S., ed. Digital transformation of industries: starting conditions and priorities. Report of the Higher School of Economics. Moscow: Publishing House of the Higher School of Economics. 2021. 239 p.
5. Gululyan A.G. On the assessment of the economic efficiency of the introduction of technologies of "smart" deposits // *Problems of economics and management of the oil and gas complex*. No.6. 2014. pp. 16-20.
6. Guryanov N.Yu., Guryanova A.V. Digital globalization in the context of the development of the digital economy and digital technologies // *Bulletin of Moscow State University Series: Philosophical Sciences*. 2020. No. 3. pp. 63-69.
7. Dziedik V.A. Analysis of long-term prospects for the development of quality management systems / V. A. Dziedik // *Standards and quality*. 2017. No. 959. pp. 78-80.
8. Ivanov I.N., Orlova L.V., Ivanov S.I. Digitalization and project management as factors of sustainable development of the organization // *Bulletin of the University*. 2021. No.5. C. 12-18.
9. Izmailova M.A. The importance of corporate culture for the sustainability of companies in the context of crisis phenomena // *MIR (Modernization. Innovation. Development)*. 2022. No.13 (1). pp. 8-26.
10. Mastepanov A.M. The world at a break or a new reality: on forecasts of the development of energy and its oil and gas industry. *Problems of economics and management of the oil and gas complex*. 2020. No. 5. C. 9-10.
11. Narizhny N.A. Classical approaches and modern interpretation of the concept of "informatization" // *Bulletin of the Institute of Economic Research*. 2020. No. 2 (18). pp. 45-52.

12. Panamareva O.N. On the formation of the concept of the digital ecosystem of marine transport hubs in Russia of the XXI century // Bulletin of Tver State University. Ser.: Economics and Management. 2021. No. 3 (55). pp. 76-93.
13. Panamareva O.N. Development of Russian seaports in the context of the implementation of a comprehensive plan for modernization and expansion of the main infrastructure for the period up to 2024 // Greater Eurasia: Development, security, cooperation. 2020. No. 3-1. pp. 359-365.
2. Prokhorov A., Lysachev M. Digital double. Analysis, trends, world experience. M. 2020. 401 p.
3. Smirnov E.N. Digital transformation of the world economy: trade, production, markets. M. 2019. 95 p.
4. Sustainable development: challenges and opportunities: collection of scientific articles / edited by E.V. Viktorova. St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg State University of Economics, 2020. 333 p.