

Цифровая экономика: теория и практика Digital economy: theory and practice

Научная статья

УДК 65.012.4 JEL O33, J21, L86

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18101>

EDN: <https://elibrary/AWEMCH>



ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЦИФРОВИЗАЦИИ С ДИНАМИЧНЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ В ЭКОНОМИКЕ ТРУДА РЕГИОНА В КОНТЕКСТЕ ИНДУСТРИИ 4.0 И 5.0

С.П. Кирильчук , Е.В. Наливайченко 

Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского,
г. Симферополь, Российская Федерация

 skir12@yandex.ru

Аннотация. *Цель исследования:* раскрыть взаимосвязь между промышленной цифровизацией и динамичными изменениями в экономике труда в условиях внедрения технологий Индустрии 4.0 и 5.0 в Республике Крым, а также выявить влияние этих изменений на производственные процессы, занятость и квалификацию рабочей силы. *Методология исследования:* логический, системный и функционально-дифференциальный подходы, а также статистический анализ и синтез. Эти методы позволяют глубже понять влияние цифровизации на промышленный сектор и его взаимосвязь со сферой труда. *Результаты исследования:* в первой части исследования рассматривается эффективность цифровизации промышленной отрасли крымского региона в контексте Индустрии 4.0, во второй части исследования приводится характеристика динамичных изменений в экономике труда крымского региона в контексте Индустрии 5.0. Основное внимание уделяется влиянию цифровизации на производственные процессы, занятость и квалификацию рабочей силы в контексте перехода к 6-му и 7-му технологическим укладам. Результаты анализа показывают, что, несмотря на положительные тенденции в увеличении значимости вклада человеческого капитала в экономический рост, в развитии высокопроизводительных рабочих мест и во внедрении цифровых технологий, существуют значительные вызовы, такие как снижение производительности труда и отставание ее темпов от темпов возрастания номинальной заработной платы. В целом динамика показателей эффективности развития промышленности крымского региона является более низкой, чем среднероссийских. *Рекомендации:* имеющиеся проблемы могут быть преодолены активизацией возможностей промышленной цифровизации, для чего необходимо повышение инвестирования в основные фонды, обеспечение доступа к современным технологиям и производственным инструментам, эффективное использование цифровых ресурсов, развитие цифровой культуры работников. *Оригинальность исследования и авторский вклад:* выявлены диспропорции в отраслях промышленности крымского региона и сформулированы рекомендации по повышению эффективности функционирования отрасли через развитие инфраструктуры для цифровой трансформации и ключевых технологий.

Ключевые слова: промышленная цифровизация, экономика труда, Индустрия 4.0, Индустрия 5.0, Республика Крым, производительность труда, квалификация рабочей силы, высокопроизводительные рабочие места, цифровые технологии, инновации

Для цитирования: Кирильчук С.П., Наливайченко Е.В. (2025) Взаимосвязь промышленной цифровизации с динамичными изменениями в экономике труда региона в контексте Индустрии 4.0 и 5.0. П-Economy, 18 (1), 7–20. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18101>



THE RELATIONSHIP OF INDUSTRIAL DIGITALIZATION WITH DYNAMIC CHANGES IN THE LABOR ECONOMY OF THE REGION IN THE CONTEXT OF INDUSTRY 4.0 AND 5.0

S.P. Kirilchuk , E.V. Nalivaychenko 

V.I. Vernadsky Crimean Federal University,
Simferopol, Russian Federation

 skir12@yandex.ru

Abstract. *The objective of the study:* to reveal the relationship between industrial digitalization and dynamic changes in the labor economy in the context of the introduction of Industry 4.0 and 5.0 technologies in the Republic of Crimea, as well as to identify the impact of these changes on production processes, employment and qualifications of the workforce. *Research methodology:* logical, systemic and functional-differential approaches, as well as statistical analysis and synthesis. These methods allow for a deeper understanding of the impact of digitalization on the industrial sector and its relationship to the world of work. *Research results:* the first part of the study examines the effectiveness of digitalization of the industrial sector of the Crimean region in the context of Industry 4.0, the second part of the study provides a description of dynamic changes in the labor economy of the Crimean region in the context of Industry 5.0. The focus is on the impact of digitalization on production processes, employment and qualifications of the workforce in the context of the transition to the sixth and seventh technological paradigms. The results of the analysis show that, despite the positive trends in increasing the importance of the contribution of human capital to economic growth, the development of high-performance jobs and the implementation of digital technologies, there are significant challenges, such as declining labor productivity and lagging behind the pace of nominal wage growth. In general, the dynamics of industrial development performance indicators in the Crimean region is lower than the Russian average. *Recommendations:* The existing problems can be overcome by activating the possibilities of industrial digitalization, which requires increased investment in fixed assets, ensuring access to modern technologies and production tools, effective use of digital resources, and the development of a digital culture of employees. *The originality of the research and the author's contribution:* the imbalances in the industries of the Crimean region were identified and recommendations were formulated to improve the efficiency of the industry through the development of infrastructure for digital transformation and key technologies.

Keywords: industrial digitalization, labor economics, Industry 4.0, Industry 5.0, Republic of Crimea, labor productivity, labor force qualifications, high-performance workplaces, digital technologies, innovation

Citation: Kirilchuk S.P., Nalivaychenko E.V. (2025) The relationship of industrial digitalization with dynamic changes in the labor economy of the region in the context of Industry 4.0 and 5.0. *π-Economy*, 18 (1), 7–20. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18101>

Введение

Взаимосвязь между промышленной цифровизацией и изменениями в процессах экономики труда объясняется тем, что повышение результативности производства ведет к росту производительности труда и оптимизации затрат труда [1]. Одновременно рост качественного содержания труда, его интеллектуализация ведут к росту квалификационного уровня персонала, что играет важную роль в успешном промышленно-производственном развитии [2]. Промышленная цифровизация вызывает прогрессивные профессии экономики труда, открывает возможности для инвестирования в человеческий капитал, создания высокооплачиваемых рабочих мест и привлечения высококвалифицированных специалистов [3].



Однако для успешной реализации инновационных цифровых технологий в промышленности предприятия должны соблюдать известную экономическую модель, которая предполагает опережение темпов роста производительности труда по сравнению с темпами роста номинальной заработной платы, чтобы не допускать перерасхода ресурсов [4].

Вопросы, связанные с промышленной цифровизацией и исследованиями развития рынка труда в контексте Индустрии 4.0 и 5.0 и в этой связи с изменением качественных характеристик промышленно-производственных процессов и рабочей силы, рассматриваются многими учеными в отечественной и зарубежной науке: В.В. Глуховым, А.В. Бабкиным, Л.Р. Батуковой, Е.В. Шкарупета, Г.Н. Махмудовой [5]; Дж. Ваном, Дж. Баем [6] и другими специалистами.

Цель статьи: исследовать взаимосвязь между промышленной цифровизацией и динамичными изменениями в экономике труда в условиях внедрения технологий Индустрии 4.0 и 5.0, а также выявить влияние этих изменений на производственные процессы, занятость и квалификацию рабочей силы с развитием 6-го и 7-го технологических укладов.

Объект исследования: Процессы промышленной модернизации и их влияние на экономику труда в условиях перехода к Индустрии 4.0 и 5.0.

Предмет исследования: Динамика изменений в структуре занятости, квалификации и производительности труда, а также роль новых технологий (таких как автоматизация, искусственный интеллект и интернет вещей) в формировании современных моделей труда в контексте промышленной цифровизации.

Задачи исследования:

1. Проанализировать тенденции цифровизации промышленности и вызовы, с которыми сталкивается отрасль в контексте Индустрии 4.0.
2. Провести анализ динамики изменений в экономике труда региона в контексте Индустрии 5.0.
3. Представить выводы и рекомендации процессов трансформации в регионе к Индустрии 5.0 и 6-му и 7-му технологическим укладам.

Литературный обзор

Современные исследования подчеркивают, что цифровизация способствует повышению производительности труда за счет автоматизации рутинных процессов и оптимизации рабочих процессов. Например, работа Д. Йовевски, Л. Дракулевски и О. Фирфова [7] демонстрирует, как внедрение цифровых технологий в производственные процессы увеличивает эффективность за счет масштабов информации и коммуникаций и усовершенствования бизнес-процессов.

Е.В. Романюк, А.И. Волошин, О.А. Лисукин, Е.В. Трусевич [8] отмечают, что цифровизация меняет форму делового трудового сотрудничества между работодателем и работником, увеличивая гибкие нестандартные формы занятости, и в этой связи со стороны государства требуются сглаживающие меры, снижающие негативное влияние на российский рынок труда, вызванное технологической безработицей.

Цифровизация приводит к изменению организационных структур и формированию новых бизнес-моделей, и, к примеру, такие исследования, как работа С. Гхоша, М. Хьюза, П. Хьюза и И.Р. Ходжкинсона [9], акцентируют внимание на том, как цифровые технологии способствуют созданию более гибких и адаптивных организационных структур с динамическими возможностями.

Кроме экономических изменений, цифровизация также влечет за собой социальные изменения, такие как неравенство в доступе к новым технологиям и изменение социального статуса работников. Работа А.П. Буевича [10] исследует, как цифровизация влияет на формирование ключевых трендов российского рынка труда, основные направления его трансформации и социально-экономическое положение населения России.

Динамику показателей трудового фактора во взаимосвязи со стратегическим развитием региональной экономики освещали в своих трудах Л.Г. Соколова, Е.Е. Савченко, С.А. Яркова [11],

структуру организационно-управленческого механизма развития регионального рынка труда специалистов в условиях цифровизации экономики разрабатывали О.В. Хабарова, Е.В. Яковлева [12], эксперименты влияния цифровизации на производительность проводили М. Боровецки, Д. Парелиуссен, Д. Глокер, Э.Дж. Ким, М. Польдер, И. Руд [13], методология оценивания степени зрелости экосистемы с цифровизацией промышленности предложена А.В. Бабкиным, В.В. Глуховым, Е.В. Шкарупета, Н.А. Харитоновой, Х.З. Барабанером [14].

Из литературного обзора следует, что с целью повышения результативности развития регионального промышленного производства и формирования оптимальной развитой инфраструктуры цифровой трансформации, внедрения инновационных цифровых технологий, повышающих производительность труда, а, следовательно, и увеличивающих валовой региональный продукт (ВРП), необходимо своевременно выявлять в регионах возникновение диспропорций в промышленности в целом и ее отраслях в частности.

Данная нерешенная научная задача определяет цель исследования, поскольку возникает потребность в раскрытии взаимосвязи между промышленной цифровизацией и динамичными изменениями в экономике труда в условиях внедрения технологий Индустрии 4.0 и 5.0 и в выявлении влияния этих изменений на производственные процессы, занятость и квалификацию рабочей силы с развитием 6-го и 7-го технологических укладов.

Материалы и методы

Материал статьи построен на применении таких научных методов, как логический, аналитический, статистический, на системном и функционально-дифференциальном подходах, синтезе научных результатов.

Результаты и обсуждение

Эффективность цифровизации промышленной отрасли крымского региона в контексте Индустрии 4.0

Под промышленной цифровизацией будем понимать процесс интеграции цифровых технологий в производственные процессы и операции. Она включает в себя использование различных пионерных технологий, таких как автоматизация и робототехника, большие данные, интернет вещей, искусственный интеллект, для улучшения эффективности и результативности производства.

К промышленно-производственным цифровым технологиям относят следующие прорывные процессные технологии [15]:

- 1) автоматизацию процессов, т.е. внедрение автоматизированных систем управления производством, которые снижают необходимость в ручном труде и повышают точность выполнения операций;
- 2) сбор и анализ данных, т.е. использование сенсоров и устройств для сбора данных о производственных процессах, а также применение аналитических инструментов для их обработки и принятия обоснованных решений;
- 3) интеграцию систем, т.е. создание единой платформы, которая объединяет различные системы и процессы, позволяя им взаимодействовать друг с другом и обеспечивать более эффективное управление;
- 4) гибкие производства, т.е. возможность быстро адаптироваться к изменениям в спросе и к условиям рынка за счет использования цифровых технологий, что позволяет производить товары более эффективно и с меньшими затратами;
- 5) применение цифровых технологий для контроля качества продукции на всех этапах производства, что способствует снижению дефектов и повышению удовлетворенности клиентов.

Таким образом, промышленная цифровизация, являясь авангардом технологического лидерства, способствует повышению производительности труда, снижению издержек и улучшению качества продукции, что, в свою очередь, влияет на общие процессы в экономике труда.

Для промышленной отрасли крымского региона, являющейся важной бюджетобразующей основой, характерны неравномерность географического ресурсно-пространственного развития и дифференциации размещения производства. Промышленный комплекс республики, по сравнению с российским, отличается достаточно невысоким обновлением основных фондов, средней, менее половины от общего объема, долей инвестиций в основной капитал в ВРП, а потому и нестабильным физическим объемом ВРП, создаваемым промышленностью в период 2022–2024 гг. и снижением удельного веса прибыльных промышленных организаций.

В регионе преобладают технологии, характеризующие 3-й и 4-й технологические уклады в экономике, обусловленные высокой ресурсоемкостью существующих технологических процессов и низкой производительностью труда, нехваткой квалифицированной рабочей силы и инженерных кадров, а поэтому и недостаточными темпами внедрения на предприятиях цифровых решений, интеллектуальных технологий и управленческих систем.

Показатели функционирования промышленной отрасли Крыма в контексте Индустрии 4.0 за исследуемый период 2022–2024 гг. представлены в табл. 1.

Таблица 1. Показатели функционирования промышленной отрасли Крыма в контексте Индустрии 4.0 за 2022–2024 гг.
Table 1. Indicators of the functioning of the industrial sector of Crimea in the context of Industry 4.0 for 2022–2024

Показатели	2022 г.	2023 г.	2024 г. (прогноз)
Динамика индекса промышленного производства, %	110,1	97,4	102,0
Динамика индекса физического объема промышленного ВРП, % к предыдущему году	98,0	88,5	104,7
Динамика числа высокопроизводительных рабочих мест, % (в промышленности)	–2,1	4,7	11,3
Величина среднесписочной численности работников промышленных предприятий, чел.	65649	62984	61885
Динамика среднесписочной численности работников промышленных предприятий, % к предыдущему году	100,1	95,9	98,3
Индекс промышленного производства к индексу динамики среднесписочной численности работников промышленных предприятий, %	110,0	101,6	103,8
Динамика индекса реальной заработной платы работников промышленных предприятий, % к предыдущему году	103,1	111,8	116,0
Динамика индекса производительности труда работников промышленных предприятий, % к предыдущему году	98,8	97,0	99,1
Удельный вес инновационной продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в ВРП, %	19,0	20,9	23,0
Удельный вес промышленных предприятий, получивших прибыль, %	68,5	61,3	62,9
Удельный вес инвестиций в основной капитал в ВРП, %	32,7	32,4	33,3

Источник: составлено авторами по¹.

¹ Управление федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю. Промышленное производство. [online] Available at: <https://82.rosstat.gov.ru/folder/27565> [Accessed 3.01.2025]. (in Russian); Управление федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю. Рынок труда и занятость населения. [online] Available at: <https://82.rosstat.gov.ru/folder/27542> [Accessed 14.01.2025]. (in Russian)



Рис. 1. Сравнение показателей функционирования промышленной отрасли России и Крыма за 2023 г.

Fig. 1. Comparison of indicators of the functioning of the industrial sector of Russia and Crimea in 2023

Источник: разработано авторами по².

На основе данных табл. 1 можно выделить следующие тенденции:

1. Положительные изменения заключаются в следующем. В 2024 г. отмечается увеличение индекса промышленного производства по сравнению с 2022 г. Индекс физического объема промышленного ВРП демонстрирует рост, хотя и с колебаниями. Также наблюдается значительный прирост количества высокопроизводительных рабочих мест в промышленности и увеличение доли высокотехнологичных и наукоемких отраслей в структуре ВРП. Другие положительные показатели включают динамику индекса реальной заработной платы работников промышленных предприятий, динамику индекса производительности труда и удельный вес инвестиций в основной капитал в ВРП.

2. Отрицательные тренды также представлены в реальной экономике. Существуют такие негативные тенденции, как общая динамика индекса промышленного производства за рассматриваемый период, снижение средней численности работников на предприятиях в промышленном секторе и уменьшение удельного веса промышленных предприятий, получивших прибыль. Ожидалось, что в 2024 г. индекс реальной заработной платы превысит на 2,2% индекс производительности труда в промышленности, хотя оба показателя имеют в периоде позитивную динамику.

Величина динамики указанных показателей для крымского региона значительно ниже, чем средние показатели по России. Для сравнения представим данные за 2023 г. в виде рис. 1.

Приведенные данные указывают на то, что в Республике Крым уровень оснащенности промышленного производства высокотехнологичными средствами остается низким. Это, в свою очередь, приводит к снижению производительности оборудования и труда, а также к недостаточному уровню квалификации рабочих кадров и специалистов для цифровой экономики [16].

Для повышения эффективности функционирования промышленности и улучшения экономики труда в регионе в контексте Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0 на рис. 2 представлено сравнение развития цифровых технологий в промышленности Республики Крым за 2022 и 2023 гг., а также прогнозы по 2024 г.

Приведенная на рис. 2 информация подчеркивает, что потенциал для цифровых инноваций в сочетании применяемых в регионе технологий, таких как геоинформационные системы,

² Управление федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю. Промышленное производство. [online] Available at: <https://82.rosstat.gov.ru/folder/27565> [Accessed 3.01.2025]. (in Russian); Управление федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю. Рынок труда и занятость населения. [online] Available at: <https://82.rosstat.gov.ru/folder/27542> [Accessed 14.01.2025]. (in Russian); Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика. [online] Available at: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705> [Accessed 15.01.2025]. (in Russian); Информационные и коммуникационные технологии (2024) *Управление федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю* [online] Available at: https://82.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/ИАМ%20-%203-информ_2023.pdf [Accessed 14.01.2025]. (in Russian)

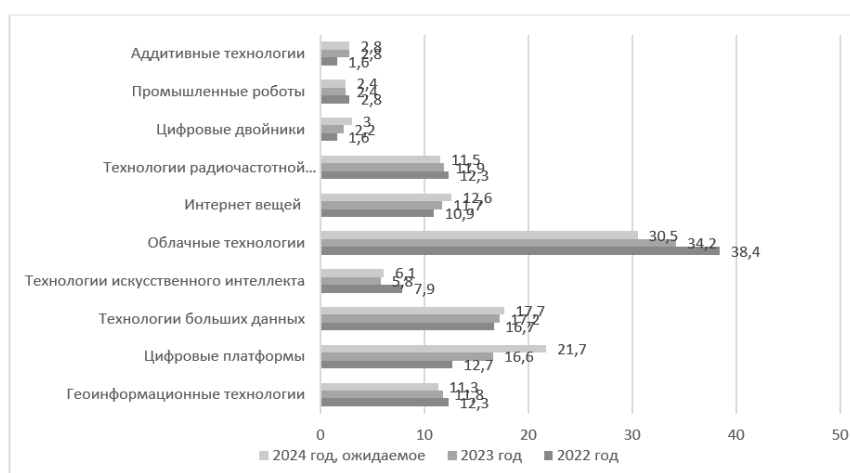


Рис. 2. Сравнение распространения инновационных цифровых технологий промышленной отрасли Крыма за 2022, 2023, 2024 г. (прогноз)

Fig. 2. Comparison of the spread of innovative digital technologies in the industrial sector of Crimea in 2022, 2023, 2024 (expected)

Источник: разработано авторами по³.

облачные технологии и технологии радиочастотной идентификации объектов, все еще недостаточно освоены. Тем не менее в 2023 г. количество предприятий, использующих передовые информационно-коммуникационные технологии, увеличилось почти в три раза – с 2283 до 6121 единиц. Также наблюдается развитие и расширение применения таких цифровых систем, как цифровые платформы, технологии больших данных, искусственный интеллект, интернет вещей и цифровые двойники в промышленности.

Характеристика динамичных изменений в экономике труда Республики Крым в контексте Индустрии 5.0

В контексте Индустрии 5.0 вышеперечисленные цифровые технологии являются драйверами повышения производительности труда на промышленных предприятиях Крыма, одновременно способствуя оптимизации ресурсов, сокращению издержек и повышению конкурентоспособности предприятий, и, соответственно, характеризуют позитивные изменения в экономике труда региона [17, 18].

Но необходимо сосредоточить внимание на еще одной важной проблеме экономики труда региона, учитывая выявленные негативные тенденции снижения производительности труда в исследуемом периоде [19, 20].

Рассмотрим соотношение между динамикой темпов роста производительности труда и реальной заработной платой по каждой отрасли промышленности Крыма.

Согласно данным, представленным в рис. 3, можно сделать вывод, что в большинстве отраслей промышленности наблюдается тенденция, при которой рост производительности труда опережает увеличение реальной заработной платы. В целом по промышленному сектору также выявляется аналогичная прогнозная динамика, о чем свидетельствует линия тренда. Тем не менее если рассмотреть конкретные цифры, то темпы роста производительности труда в промышленности составили 4,03%, в то время как темпы роста заработной платы достигли 4,90%.

³ Информационные и коммуникационные технологии (2024) Управление федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю [online] Available at: https://82.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/ИАМ%20-%203-информ_2023.pdf [Accessed 14.01.2025]. (in Russian); Статистический ежегодник Республики Крым. 2022. (2023) *Крымстат*. Симферополь. [online] Available at: <https://82.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Статистический%20ежегодник%20Республики%20Крым.%202022.pdf> [Accessed 14.01.2025]. (in Russian); Республика Крым в цифрах за 2023 год (2024) *Крымстат*. Симферополь. [online] Available at: <https://82.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Республика%20Крым%20в%20цифра%20за%202023%20год.pdf> [Accessed 14.01.2025]. (in Russian)

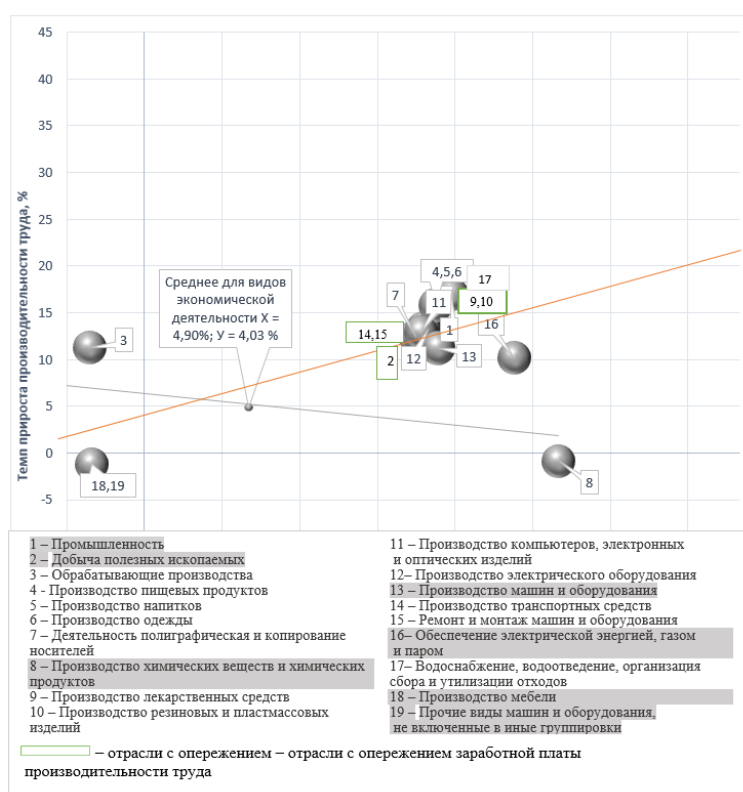


Рис. 3. Соотношение между динамикой темпов производительности труда и реальной заработной платы в разрезе отраслей промышленности Крыма

Fig. 3. Relationship between the dynamics of labor productivity and real wages in the context of Crimean industries

Источник: авторская разработка по⁴.

Данная ситуация не создает стимулов для работников, стремящихся повысить свою продуктивность, что негативно отражается на инновационном развитии отрасли промышленности, учитывая «особенности стратегического планирования в условиях нестабильной среды и учета инфляции как важнейшего внешнего воздействующего фактора, проблемы формирования стратегий инновационного развития, планирования вывода новых продуктов на потребительские рынки» [21].

Кроме того, в отдельных секторах промышленности наблюдаются явные диспропорции. Например, в добыче полезных ископаемых рост заработной платы превышает рост производительности труда в 1,4 раза, что соответствует коэффициенту опережения 0,71. В производстве химических веществ и химических продуктов ситуация еще более критическая: здесь заработная плата увеличилась на 10,99%, в то время как производительность труда, наоборот, упала на 11,79%.

В производстве машин и оборудования также наблюдается тревожная динамика: уровень заработной платы увеличился на 11,09%, а производительность труда сократилась на 19,35%. В сфере обеспечения электрической энергией, газом и паром также зафиксированы значительные

⁴ Управление федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю. Промышленное производство. [online] Available at: <https://82.rosstat.gov.ru/folder/27565> [Accessed 3.01.2025]. (in Russian); Управление федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю. Рынок труда и занятость населения. [online] Available at: <https://82.rosstat.gov.ru/folder/27542> [Accessed 14.01.2025]. (in Russian); Статистический ежегодник Республики Крым. 2022. (2023) *Крымстат*. Симферополь. [online] Available at: <https://82.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Статистический%20ежегодник%20Республики%20Крым.%202022.pdf> [Accessed 14.01.2025]. (in Russian); Республика Крым в цифрах за 2023 год (2024) *Крымстат*. Симферополь. [online] Available at: <https://82.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Республика%20Крым%20в%20цифра%20за%202023%20год.pdf> [Accessed 14.01.2025]. (in Russian)



отрицательные отклонения: заработная плата возросла на 10,05%, в то время как производительность труда снизилась на 19,08%. В производстве мебели рост заработной платы превышает рост производительности труда всего на 1,2%, что соответствует коэффициенту опережения 0,99. В категориях машин и оборудования, которые не были включены в другие группировки, темпы роста заработной платы составили 10,68%, что значительно превышает производительность труда, которая демонстрирует отрицательное значение –19,35%.

Важно отметить, что средний коэффициент отставания в целом по промышленному сектору Республики Крым составляет незначительную величину 0,87. Эта ситуация может быть изменена благодаря динамике промышленной цифровизации, которая нацелена на улучшение показателей [22–25]. «Организационные основы промышленности, ее финансово-инвестиционное и информационное обеспечение приобретают принципиально новые смыслы и формы, аналогов которых в истории не было» [5]. Возможные пути повышения производительности труда в промышленности могут включать в себя расширение использования творческого потенциала работников, ускорение внедрения достижений научно-технического прогресса, а также качественный рост стратегически важных для Республики Крым отраслей [26–29]. Важным аспектом является становление «новой» экономики региона, основанной на современных технологиях и 6-м и 7-м технологических укладах. Эти меры могут существенно повлиять на баланс между ростом заработной платы и производительности труда, что, в свою очередь, создаст условия для устойчивого развития промышленности в регионе [30–33].

Заключение

Можно подвести следующие итоги:

1. Тенденции цифровизации Индустрии 4.0 в Крыму показывают, что она является фундаментальным элементом устойчивого экономического роста региона. В ходе перехода к Индустрии 5.0 и новым 6-му и 7-му технологическим укладам увеличивается роль прогрессивных отраслей в экономике региона, базирующаяся на увеличении значимости вклада человеческого капитала в экономической рост.

Вместе с тем имеются вызовы, с которыми сталкивается промышленная отрасль крымского региона в контексте Индустрии 4.0:

- общая тенденция индекса промышленного производства за исследуемый период снижается;
- динамика показателей среднесписочной численности работников в промышленности показывает отрицательные тенденции;
- доля промышленных предприятий, получивших прибыль, снижается;
- превышение индекса производительности труда над индексом реальной заработной платы в промышленности в 2024 г. также имеет отрицательное значение;
- динамика показателей эффективности развития промышленности крымского региона является более низкой, чем среднероссийских.

2. Анализ динамики изменений в экономике труда региона в контексте Индустрии 5.0 показал, что в последние годы получили развитие и расширение использования в промышленности такие цифровые решения, как цифровые платформы, технологии больших данных, технологии искусственного интеллекта, интернет вещей, цифровые двойники.

Однако ситуация с повышенными темпами роста номинальной заработной платы, превышающими темпы роста производительности труда в промышленности в целом, не мотивирует работников к более продуктивному труду. Хотя в отдельных промышленных отраслях ситуация в данном аспекте является позитивной, и средний коэффициент отставания по отрасли незначительно мал и может быть преодолен динамикой промышленной цифровизации.

3. Выводы и рекомендации процессов трансформации в крымском регионе к Индустрии 5.0 и 6-му и 7-му технологическим укладам.

Для повышения эффективности работы отрасли промышленности важно активно инвестировать в основные фонды. Это включает в себя создание необходимой инфраструктуры для цифровой трансформации, развитие ключевых технологий и совершенствование региональной промышленной политики. Полное использование возможностей цифровизации существенно улучшит функционирование промышленных предприятий, позволяя им достигать уровня эффективности, соответствующего средним показателям по стране.

Для повышения производительности труда в отрасли необходимо решить несколько ключевых задач: через созданную инновационную инфраструктуру обеспечить доступ к современным технологиям и производственным инструментам, а также эффективное использование цифровых ресурсов. Важными шагами в этом направлении являются развитие высокоскоростного интернета, создание специализированных цифровых парков и доступ к облачным сервисам и системам хранения данных. Необходимо также активно распространять ключевые цифровые технологии промышленной революции, такие как автоматизация, искусственный интеллект, интернет вещей и большие данные. Это позволит промышленным предприятиям повысить эффективность производственных процессов, сократить затраты и улучшить качество продукции, что, в свою очередь, повысит их конкурентоспособность на рынке.

Важным элементом является развитие цифровой культуры среди работников. Это включает в себя обучение и переподготовку кадров, повышение осведомленности о цифровых технологиях и их применении в производственной сфере, поддержку инновационных исследований и разработок. Эти меры помогут создать условия для формирования региональной промышленной специализации в цифровой области и откроют возможности для производства высокотехнологичной и инновационной продукции.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Akundi A., Euresti D., Luna S., Ankobia U., Lopez A., Edinbarou I. (2022) The state of the industry 5.0 – analysis and determination of current research trends. *Applied System Innovation*, 5 (1), art. no. 27. DOI: <https://doi.org/10.3390/ASI5010027>
2. Андреева Ж.В., Асалиев А.М. (2023) Исследование динамики показателей эффективности труда под влиянием фактора цифровой трансформации. *Лидерство и менеджмент*, 10 (1), 343–356. DOI: <https://doi.org/10.18334/lim.10.1.117380>
3. Зинич А.В., Максимова С.Г., Ревякина Ю.Н. (2023) Молодежь на рынке труда: влияние цифровизации и неопределенности мира профессий. *Экономика труда*, 10 (9), 1353–1366. DOI: <https://doi.org/10.18334/et.10.9.119190>
4. Кирильчук С.П., Наливайченко Е.В. (2024) Зависимость динамики промышленной модернизации от прогрессивных тенденций экономики труда. *Друкеровский вестник*, 1 (57), 71–80. DOI: <https://doi.org/10.17213/2312-6469-2024-1-71-80>
5. Глухов В.В., Бабкин А.В., Батукова Л.Р., Шкарупета Е.В., Махмудова Г.Н. (2024) Теоретические положения программирования стратегического развития промышленности в условиях формирования Индустрии 5.0. *π-Economy*, 17 (5), 61–87. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17504>
6. Wang J., Bai J. (2022) Cloud Adoption and Firm Performance: Evidence from Labor Demand. *SSRN*, 1–64. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4082436>
7. Jovevski D., Drakulevski L., Firfov O. (2023) Digital Transformation and Productivity. *KNOWLEDGE – International Journal*, 59 (1), 15–21.
8. Романюк Е.В., Волошин А.И., Лисулин О.А., Трусевич Е.В. (2025) Влияние процессов цифровизации экономики на российский рынок труда. *Экономика труда*, 12 (1), 11–24. DOI: <https://doi.org/10.18334/et.12.1.122273>
9. Ghosh S., Hughes M., Hughes P., Hodgkinson I. (2021) Digital transformation of industrial businesses: A dynamic capability approach. *Technovation*, 113 (2), art. no. 102414. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102414>

10. Бувевич А.П. (2024) Социально-экономические последствия цифровой трансформации российских предприятий. *Экономика, предпринимательство и право*, 14 (6), 2773–2784. DOI: <https://doi.org/10.18334/epp.14.6.121250>
11. Соколова Л.Г., Савченко Е.Е., Яркова С.А. (2023) Динамика показателей трудового фактора для оценки возможностей стратегического развития экономики регионов России. *Экономика труда*, 10 (10), 1503–1516. DOI: <https://doi.org/10.18334/et.10.10.119524>
12. Хабарова О.В., Яковлева Е.В. (2024). Организационно-управленческий механизм развития регионального рынка труда специалистов в условиях цифровизации экономики. *Экономика труда*, 11 (11), 1735–1746. DOI: <https://doi.org/10.18334/et.11.11.122089>
13. Borowiecki M., Pareliussen J., Glocker D., Kim E.J., Polder M., Rud I. (2021) The impact of digitalisation on productivity: Firm-level evidence from the Netherlands. *OECD Economics Department Working Papers*, art. no. 1680. DOI: <https://doi.org/10.1787/e800ee1d-en>
14. Babkin A., Glukhov V., Shkarupeta E., Kharitonova N., Varabaner H. (2021) Methodology for Assessing Industrial Ecosystem Maturity in the Framework of Digital Technology Implementation. *International Journal of Technology*, 12 (7), 1397–1406. DOI: <https://doi.org/10.14716/IJTECH.V12I7.5390>
15. Alka T.A., Sreenivasan A., Suresh M. (2025) Entrepreneurial strategies for sustainable growth: a deep dive into cloud-native technology and its applications. *Future Business Journal*, 11, art. no. 14. DOI: <https://doi.org/10.1186/s43093-025-00436-7>
16. Наливайченко Е.В., Кирильчук С.П. (2024) Рост производительности труда с переходом к технологиям «умного производства» в промышленности. *Экономика и управление: теория и практика*, 10 (1), 82–88.
17. Полищук Е.А., Павленко И.Г., Остовская А.А., Трилицкая О.Ю. (2022) Индикаторная оценка уровня развития информационной сферы Республики Крым. *Региональная экономика, Юг России*, 10 (1), 181–191. DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2022.1.17>
18. Карлик А.Е., Кравченко К.Н. (2022) Промышленная политика Республики Крым в контексте развития высокотехнологичных производств. *Экономические науки*, 5 (210), 124–127. DOI: <https://doi.org/10.14451/1.210.124>
19. Melnikova E.V., Bezrukikh Y.A., Yarkova S.A., Yakimova L.D., Melnikova A.A. (2021) Forming the human resources potential for innovative and technological development of the region within the framework of the “triple helix” model. *Current Problems and Ways of Industry Development: Equipment and Technologies*, 200, 373–380. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-69421-0_40
20. Omelchenko I., Antonova G., Danilina M., Popkov S., Botasheva L. (2021) Digitalization in the Labor Market in Russia. *SHS Web of Conferences*, 93, art. no. 01021. DOI: <https://doi.org/10.1051/shsconf/20219301021>
21. Бабкин А.В., Денисова Т.П., Ильинская Е.М. [и др.]. (2013) *Стратегическое планирование развития промышленности: теория и инструментарий*, монография, СПб.: ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого».
22. Trstenjak M., Hegedić M., Tošanović N., Opetuk T., Đukić G., Cajner H. (2023) Key Enablers of Industry 5.0 – Transition from 4.0 to the New Digital and Sustainable System. *Manufacturing Driving Circular Economy (GCSM 2022)*, 614–621. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-28839-5_69
23. Xu H., Lu Yu., Vogel-Heuser B., Wang L. (2021) Industry 4.0 and Industry 5.0 – Inception, conception and perception. *Journal of Manufacturing Systems*, 61, 530–535. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JMSY.2021.10.006>
24. Подвербных О.Е., Самохвалова С.М., Донова Н.А., Мокин Ю.И. (2023) Формирование и реализация модели цифровой организации труда на промышленном предприятии. *Креативная экономика*, 17 (12), 4945–4964. DOI: <https://doi.org/10.18334/ce.17.12.120027>
25. Устинова О.Е. (2022) Формирование стратегии цифровой трансформации промышленных предприятий. *Вопросы инновационной экономики*, 12 (3), 1427–1442. DOI: <https://doi.org/10.18334/vines.12.3.115129>
26. He M., Chand Bun. (2024) Industry 5.0, future of workforce beyond efficiency and productivity. *Innovation, Sustainability, and Technological Megatrends in the Face of Uncertainties*, 23–40. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-46189-7_2
27. Morandini S., Fraboni F., De Angeles M., Puzzo G., Giustino D., Pietrantonio L. (2023) The impact of artificial intelligence on workers’ skills: Upskilling and Reskilling in Organisations. *Informing Science: The International Journal of an Emerging Transdiscipline*, 26, 39–68. DOI: <https://doi.org/10.28945/5078>

28. Sahlab N., Kamm S., Müller T., Jazdi N., Weyrich M. (2021) Knowledge Graphs as Enhancers of Intelligent Digital Twins. *2021 4th IEEE International Conference on Industrial Cyber-Physical Systems (ICPS)*, 19–24. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICPS49255.2021.9468219>
29. Breque M., De Nul L., Petridis A. (2021) *Industry 5.0: towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*, Luxembourg: Publications Office of the European Union. DOI: <https://doi.org/10.2777/308407>
30. Szabó-Szentgróti G., Végvári B., Varga J. (2021) Impact of Industry 4.0 and Digitization on Labor Market for 2030 – Verification of Keynes' Prediction. *Sustainability*, 13 (14), art. no. 7703. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13147703>
31. Wang J., Tian Z., Sun Y. (2024) Digital Economy, Employment Structure and Labor Share. *Sustainability*, 16 (21), art. no. 9584. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16219584>
32. Zhang C., Chen Y. (2020) A Review of Research Relevant to the Emerging Industry Trends: Industry 4.0, IoT, Blockchain, and Business Analytics. *Journal of Industrial Integration and Management*, 5 (1), 165–180. DOI: <https://doi.org/10.1142/S2424862219500192>
33. Кобзев В.В., Бабкин А.В., Скоробогатов А.С. (2022) Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях новой реальности. *π-Economy*, 15 (5), 7–27. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15501>

REFERENCES

1. Akundi A., Euresti D., Luna S., Ankobia U., Lopez A., Edinbarou I. (2022) The state of the industry 5.0 – analysis and determination of current research trends. *Applied System Innovation*, 5 (1), art. no. 27. DOI: <https://doi.org/10.3390/ASI5010027>
2. Andreeva Z.V., Asaliev A.M. (2023) Exploring the dynamics of labor performance indicators amidst digital transformation. *Leadership and Management*, 10 (1), 343–356. DOI: <https://doi.org/10.18334/lim.10.1.117380>
3. Zinich A.V., Maksimova S.G., Revyakina Y.N. (2023) Youth in the labor market: the impact of digitalization and the uncertainty of the professional world. *Russian Journal of Labour Economics*, 10 (9), 1353–1366. DOI: <https://doi.org/10.18334/et.10.9.119190>
4. Kirilchuk S.P., Nalivaychenko E.V. (2024) Dependence of the dynamics of industrial modernization on progressive trends in the labor economy. *Drukerovskij vestnik*, 1 (57), 71–80. DOI: <https://doi.org/10.17213/2312-6469-2024-1-71-80>
5. Glukhov V.V., Babkin A.V., Batukova L.R., Shkarupeta E.V., Makhmudova G.N. (2024) Theoretical provisions of programming of strategic development of industry in the conditions of the formation of Industry 5.0. *π-Economy*, 17 (5), 61–87. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17504>
6. Wang J., Bai J. (2022) Cloud Adoption and Firm Performance: Evidence from Labor Demand. *SSRN*, 1–64. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4082436>
7. Jovevski D., Drakulevski L., Firfov O. (2023) Digital Transformation and Productivity. *KNOWLEDGE – International Journal*, 59 (1), 15–21.
8. Romanyuk E.V., Voloshin A.I., Lisutin O.A., Trusevich E.V. (2025) How digitization affects the Russian labor market. *Russian Journal of Labour Economics*, 12 (1), 11–24. DOI: <https://doi.org/10.18334/et.12.1.122273>
9. Ghosh S., Hughes M., Hughes P., Hodgkinson I. (2021) Digital transformation of industrial businesses: A dynamic capability approach. *Technovation*, 113 (2), art. no. 102414. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102414>
10. Buevich A.P. (2024) Socio-economic consequences of Russian companies' digital transformation. *Journal of Economics, Entrepreneurship and Law*, 14 (6), 2773–2784. DOI: <https://doi.org/10.18334/epp.14.6.121250>
11. Sokolova L.G., Savchenko E.E., Yarkova S.A. (2023) Dynamics of the labor factor indicators for assessing the possibilities of strategic economic development of the Russian regions. *Russian Journal of Labour Economics*, 10 (10), 1503–1516. DOI: <https://doi.org/10.18334/et.10.10.119524>
12. Khabarova O.V., Yakovleva E.V. (2024) Organizational and managerial mechanism for the development of the regional labor market for specialists amidst digitalization. *Russian Journal of Labour Economics*, 11 (11), 1735–1746. DOI: <https://doi.org/10.18334/et.11.11.122089>

13. Borowiecki M., Pareliussen J., Glocker D., Kim E.J., Polder M., Rud I. (2021) The impact of digitalisation on productivity: Firm-level evidence from the Netherlands. *OECD Economics Department Working Papers*, art. no. 1680. DOI: <https://doi.org/10.1787/e800ee1d-en>
14. Babkin A., Glukhov V., Shkarupeta E., Kharitonova N., Barabaner H. (2021) Methodology for Assessing Industrial Ecosystem Maturity in the Framework of Digital Technology Implementation. *International Journal of Technology*, 12 (7), 1397–1406. DOI: <https://doi.org/10.14716/IJTECH.V12I7.5390>
15. Alka T.A., Sreenivasan A., Suresh M. (2025) Entrepreneurial strategies for sustainable growth: a deep dive into cloud-native technology and its applications. *Future Business Journal*, 11, art. no. 14. DOI: <https://doi.org/10.1186/s43093-025-00436-7>
16. Nalivaychenko E.V., Kirilchuk S.P. (2024) Labor productivity growth with the transition to smart manufacturing technologies in industry. *Economy and management: theory and practice*, 10 (1), 82–88.
17. Polishchuk E.A., Pavlenko I.G., Ostovskaya A.A., Trilitskaya O.Yu. (2022) Index Evaluation of Informational Sphere Development in the Republic of Crimea. *Regionalnaya ekonomika. Yug Rossii [Regional Economy. South of Russia]*, 10 (1), 181–191. DOI: <https://doi.org/10.15688/re.volsu.2022.1.17>
18. Karlik A.E., Kravchenko K.N. (2022) Promyshlennaia politika Respubliki Krym v kontekste razvitiia vysokotekhnologichnykh proizvodstv [Industrial policy of the Republic of Crimea in the context of development of high-tech production]. *Economic Sciences*, 5 (210), 124–127. DOI: <https://doi.org/10.14451/1.210.124>
19. Melnikova E.V., Bezrukikh Y.A., Yarkova S.A., Yakimova L.D., Melnikova A.A. (2021) Forming the human resources potential for innovative and technological development of the region within the framework of the “triple helix” model. *Current Problems and Ways of Industry Development: Equipment and Technologies*, 200, 373–380. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-69421-0_40
20. Omelchenko I., Antonova G., Danilina M., Popkov S., Botasheva L. (2021) Digitalization in the Labor Market in Russia. *SHS Web of Conferences*, 93, art. no. 01021. DOI: <https://doi.org/10.1051/shsconf/20219301021>
21. Babkin A.V., Denisova T.P., Il'inskaia E.M. et al. (2013) *Strategicheskoe planirovanie razvitiia promyshlennosti: teoriia i instrumentarii [Strategic planning of industrial development: theory and tools]*, monograph, St. Petersburg: FGAOU VO «Sankt-Peterburgskii politekhnicheskii universitet Petra Velikogo».
22. Trstenjak M., Hegedić M., Tošanović N., Opetuk T., Đukić G., Cajner H. (2023) Key Enablers of Industry 5.0 – Transition from 4.0 to the New Digital and Sustainable System. *Manufacturing Driving Circular Economy (GCSM 2022)*, 614–621. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-28839-5_69
23. Xu H., Lu Yu., Vogel-Heuser B., Wang L. (2021) Industry 4.0 and Industry 5.0 – Inception, conception and perception. *Journal of Manufacturing Systems*, 61, 530–535. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JMSY.2021.10.006>
24. Podverbnyh O.E., Samokhvalova S.M., Donova N.A., Mokin Y.I. (2023) Formation and implementation of a digital labor organization model in an industrial company. *Creative Economy*, 17 (12), 4945–4964. DOI: <https://doi.org/10.18334/ce.17.12.120027>
25. Ustinova O.E. (2022) Digital transformation strategy for industrial enterprises. *Russian Journal of Innovation Economics*, 12 (3), 1427–1442. DOI: <https://doi.org/10.18334/vinec.12.3.115129>
26. He M., Chand Bun. (2024) Industry 5.0, future of workforce beyond efficiency and productivity. *Innovation, Sustainability, and Technological Megatrends in the Face of Uncertainties*, 23–40. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-46189-7_2
27. Morandini S., Fraboni F., De Angeles M., Puzzo G., Giustino D., Pietrantoni L. (2023) The impact of artificial intelligence on workers' skills: Upskilling and Reskilling in Organisations. *Informing Science: The International Journal of an Emerging Transdiscipline*, 26, 39–68. DOI: <https://doi.org/10.28945/5078>
28. Sahlab N., Kamm S., Müller T., Jazdi N., Weyrich M. (2021) Knowledge Graphs as Enhancers of Intelligent Digital Twins. *2021 4th IEEE International Conference on Industrial Cyber-Physical Systems (ICPS)*, 19–24. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICPS49255.2021.9468219>
29. Breque M., De Nul L., Petridis A. (2021) *Industry 5.0: towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*, Luxembourg: Publications Office of the European Union. DOI: <https://doi.org/10.2777/308407>
30. Szabó-Szentgróti G., Végvári B., Varga J. (2021) Impact of Industry 4.0 and Digitization on Labor Market for 2030 – Verification of Keynes' Prediction. *Sustainability*, 13 (14), art. no. 7703. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13147703>

31. Wang J., Tian Z., Sun Y. (2024) Digital Economy, Employment Structure and Labor Share. *Sustainability*, 16 (21), art. no. 9584. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16219584>

32. Zhang C., Chen Y. (2020) A Review of Research Relevant to the Emerging Industry Trends: Industry 4.0, IoT, Blockchain, and Business Analytics. *Journal of Industrial Integration and Management*, 5 (1), 165–180. DOI: <https://doi.org/10.1142/S2424862219500192>

33. Kobzev V.V., Babkin A.V., Skorobogatov A.S. (2022) Digital transformation of industrial enterprises in the new reality. *π-Economy*, 15 (5), 7–27. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15501>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

КИРИЛЬЧУК Светлана Петровна

E-mail: skir12@yandex

Svetlana P. KIRILCHUK

E-mail: skir12@yandex

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6888-1981>

НАЛИВАЙЧЕНКО Екатерина Владимировна

E-mail: katnaliv@yandex.ru

Ekaterina V. NALIVAYCHENKO

E-mail: katnaliv@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0578-5997>

Поступила: 20.01.2025; Одобрена: 17.02.2025; Принята: 17.02.2025.

Submitted: 20.01.2025; Approved: 17.02.2025; Accepted: 17.02.2025.