

Цифровая экономика: теория и практика

Digital economy: theory and practice

Научная статья

УДК 330.342

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17401>



ЭКЗИСТЕНЦИАЛЬНЫЙ ФОКУС В РАЗВИТИИ ОРГАНИЗАЦИЙ ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ИНДУСТРИИ 5.0

С.П. Кирильчук¹ , Л.В. Ташенова² , Е.В. Наливайченко¹ 

¹ Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского,
г. Симферополь, Российская Федерация;

² Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова,
Караганда, Казахстан

✉ skir12@yandex.ru

Аннотация. *Цель исследования:* показать влияние экзистенциального подхода на развитие организаций при переходе к Индустрии 5.0 и выявить стратегии и практики, способствующие более глубокому пониманию и реализации человеческого капитала в условиях цифровой трансформации. *Методология исследования:* обзор и анализ теоретического массива научной литературы и контента теорий и исследований, связанных с экзистенциальным фокусом в управлении развитием организаций при переходе от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0, включая работы философского, социологического, экономического и управленческого характера, обсуждающие взаимосвязи человеческого фактора и технологического прогресса. *Результаты исследования:* 1) рассмотрены ключевые аспекты цифровой трансформации организаций в период перехода от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0 на принципах экзистенциального подхода; 2) проанализированы особенности эволюции цифровой трансформации организаций при переходе к Индустрии 5.0 и вызовы, с которыми те сталкиваются; 3) рассмотрены сущность понятия «экзистенциальный вызов» и его значение для современных организаций; 4) с позиций основных принципов экзистенциального подхода развития организаций определены их цифровая трансформация, актуальная характеристика Индустрии 5.0 и ее реализация с выделением интеллектуальной роли опорного вуза как системного интегратора в формировании цифровизации цепочек специализированных учреждений в региональном промышленном кластере Индустрии 5.0; 5) изучены практические примеры успешной реализации концепции экзистенциального фокуса в прорывных технологиях некоторых стран и в стратегиях развития некоторых компаний и представлены практические рекомендации организациям по экзистенциальному подходу развития в Индустрии 5.0. *Оригинальность и вклад авторов:* в данном исследовании проведен многомерный сравнительный анализ, сущностью которого является сопоставление общих тенденций и уникальных мировых и российских практик, которые могут быть полезны организациям в Индустрии 5.0.

Ключевые слова: экзистенциальный подход, Индустрия 4.0/5.0, цифровые технологии, прорывные технологические изменения, региональный кластер, промышленная революция

Благодарности: Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ № 23-28-01316, <https://rscf.ru/project/23-28-01316>.

Для цитирования: Кирильчук С.П., Ташенова Л.В., Наливайченко Е.В. (2024) Экзистенциальный фокус в развитии организаций при переходе к Индустрии 5.0. П-Economy, 17 (4), 7–24. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17401>



EXISTENTIAL FOCUS IN THE DEVELOPMENT OF ORGANIZATIONS IN THE TRANSITION TO INDUSTRY 5.0

S.P. Kirilchuk¹  , L.V. Tashenova² , E.V. Nalivaychenko¹ 

¹ Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation;

² Buketov Karaganda University, Karaganda, Kazakhstan

 skir12@yandex.ru

Abstract. *The purpose of the study* is to show the impact of the existential approach on the development of organizations in the transition to Industry 5.0 and to identify strategies and practices that contribute to a better understanding and realization of human capital in the context of digital transformation. *Research methodology:* review and analysis of the theoretical body of scientific literature and content of theories and research related to existential focus in managing the development of organizations during the transition from Industry 4.0 to Industry 5.0, including works of philosophical, sociological, economic and managerial nature, discussing the relationship between the human factor and technological progress. *The results of the study* are as follows. The article examines the key aspects of digital transformation of organizations during the transition from Industry 4.0 to Industry 5.0 based on the principles of existential approach. The features of the evolution of digital transformation of organizations during the transition from Industry 4.0 to Industry 5.0 and the challenges they face are analyzed. The essence of the concept of “existential challenge” and its significance for modern organizations are considered. From the perspective of the basic principles of existential approach to the development of organizations, the actual characteristics of Industry 5.0, their digital transformation and its implementation are determined, highlighting the intellectual role of the reference university as a system integrator in the formation of digitalization of chains of specialized institutions in the regional industrial cluster of Industry 5.0. Practical examples of successful implementation of the concept of existential focus in breakthrough technologies of some countries and development strategies of some companies are studied and practical recommendations for organizations of the existential development process in Industry 5.0 are presented. A comprehensive study of the existential approach in relation to modern technological changes has made it possible to develop recommended measures of practical actions for organizations seeking to achieve sustainable viable development of the processes of the Industry 5.0 concept. *Originality and contribution of the authors* is a multidimensional comparative analysis, the essence of which is the comparison of general trends and unique global and Russian practices that can be useful to organizations in Industry 5.0. Based on the data obtained, practical recommendations were developed for organizations seeking to integrate an existential approach into their activities in the context of Industry 5.0.

Keywords: existential approach, Industry 4.0/5.0, digital technologies, breakthrough technological changes, regional cluster, industrial revolution

Acknowledgements: The research was supported by the Russian Science Foundation grant No. 23-28-01316. Available online: <https://rscf.ru/project/23-28-01316>.

Citation: Kirilchuk S.P., Tashenova L.V., Nalivaychenko E.V. (2024) Existential focus in the development of organizations in the transition to Industry 5.0. *π-Economy*, 17 (4), 7–24. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.17401>

Введение

Современные организации сталкиваются с вызовами и требованиями, которые были бы невиданной сложности даже в недавнем прошлом. Индустрия 5.0 представляет собой период, когда технологии и промышленность интегрируются все глубже и глубже, в результате чего возникают не только новые возможности, но и новые риски¹ [1, 2]. В этом контексте эффективное

¹ Markets and Markets (2021). 4th Industrial Revolution Market. [online] Available at: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/industrial-internet-of-things-market-274375497.html> [Accessed 22.05.2024].



управление организацией становится критически важным, и одним из перспективных подходов является экзистенциальный.

С помощью экзистенциального подхода к развитию организаций в Индустрии 5.0 уделяется внимание не только технологическим аспектам, но и человеческому фактору. Экзистенциальный подход предполагает, что успех организации зависит в комплексе от ее целей, ценностей и смысла существования. Этот подход призывает организацию задуматься о своей сущности, о своем месте в мире и о взаимодействии с окружающей средой².

Индустрия 4.0, характеризующаяся массовым внедрением технологий Интернета вещей, автоматизации и аналитики данных, постепенно уступает место новой эре – Индустрии 5.0. Этот переход подразумевает дальнейшее развитие цифровых технологий, интеграцию искусственного интеллекта и робототехники, а также усиление внимания к человеческому фактору в производственных процессах³.

Индустрия 5.0 обнаруживает широкие возможности в России, и многие предприятия уже активно внедряют современные технологии для улучшения своей производственной деятельности. Для успешного перехода организации к Индустрии 5.0 также важно обеспечить обучение сотрудников и создать культуру инноваций. Кроме того, важно учитывать вопросы кибербезопасности и защиты данных при внедрении новых технологий.

Модель перехода к Индустрии 5.0 должна быть гибкой и адаптированной к конкретным потребностям и возможностям организации с учетом ее индивидуальных характеристик, бизнес-моделей и ресурсов [3, 4]. Обосновывается это тем, что «современные модели инновационных экосистем предусматривают взаимосвязи цифровой трансформации инноваций рынка труда промышленности со сферой услуг и экономикой знаний» [4].

В этой статье мы рассмотрим ключевые аспекты цифровой трансформации организаций в период перехода от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0 на принципах экзистенциального подхода.

Цель статьи: исследовать влияние экзистенциального фокуса на развитие организаций с переходом к Индустрии 5.0.

Объект исследования: организации, стремящиеся к адаптации и эволюции в условиях четвертой промышленной революции.

Задачи исследования:

1. Проанализировать особенности эволюции цифровой трансформации организаций при переходе к Индустрии 5.0 и вызовы, с которыми они сталкиваются.
2. Рассмотреть сущность понятия «экзистенциальный вызов» и его значение для современных организаций.
3. Изучить практические примеры успешной реализации концепции экзистенциального фокуса в прорывных технологиях некоторых стран и стратегиях развития некоторых компаний и представить практические рекомендации организациям по экзистенциальному подходу развития в Индустрии 5.0.

Литературный обзор

Литературный обзор проблематики исследования показал, что тема различных подходов к цифровой трансформации организаций при переходе от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0 является актуальной и широко дискутируется в мировом⁴ [5–8] и отечественном [1, 3, 9–15] научных сообществах. При этом мировая наука уделяет внимание:

² Воюцкая Н., Постановова Д. (2023). Как работает экзистенциальная психотерапия. Подход, который помогает найти смысл жизни [online] Available at: <https://journal.tinkoff.ru/existential-therapy/> [Accessed 23.05.2024].

³ Industry 4.0 – Publications – PwC(2024). [online] Available at: <https://www.pwc.nl/en/publicaties/industrie-4-0.html> [Accessed 04.06.2024]; Ключевые индикаторы российской экономики (2024). Газпромбанк. Инвестиции. [online] Available at: <https://gazprombank.investments/blog/economics/key-indicators/>. [Accessed 18.05.2024].

⁴ Mleczo A. (2024). The future of Industry 5.0. *Future Processing. NBER Working Paper*. [online] Available at: <https://www.future-processing.com/blog/the-futures-of-industry-5-0/> [Accessed 04.06.2024].

- 1) вопросам актуального состояния Индустрии 5.0 и ее будущему;
- 2) ключевым факторам устойчивого развития;
- 3) решению дилеммы между обществом и Индустрией 5.0;
- 4) концепции Индустрии 5.0 и ее восприятию.

Отечественные ученые освещают проблемы:

- 1) управления цифровым будущим;
- 2) влияния на будущее мировое развитие конвергентных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ);
- 3) методологии внедрения цифровых технологий и интеллектуализации киберсоциальной экосистемы;
- 4) роли искусственного интеллекта в цифровой трансформации экономики и развитии России.

Вместе с тем, на наш взгляд, имеет актуальную научную ценность тема экзистенциального фокуса в развитии организаций в условиях Индустрии 5.0, исследование которой позволяет получить гуманные результаты устойчивого общественного развития в цифровой трансформации экономики и создать основу для долгосрочного успеха, сочетая технологический прогресс с глубоким пониманием человеческого капитала.

Методы и материалы

Для успешного развития организации необходимо иметь четкое эволюционное и стратегическое видение, которое определяет цели и пути их достижения. Каждый сотрудник должен понимать, как его работа вписывается в общую стратегию компании, в решение производственных задач и получение эффективных результатов хозяйственной деятельности. Это помогает создать чувство принадлежности к целям организации и укрепляет экзистенциальный вызов. В работе использованы научные методы эволюции и стратегии, диалектической логики, системного и функционального анализа, инновационной цикличности и экзистенциального подхода.

Для поддержки темы экзистенциального фокуса в развитии организаций при переходе к Индустрии 5.0 использованы результаты исследований по практической их деятельности и протекающим в них современным отраслевым и межотраслевым хозяйственным процессам, а также примеры цифровизации цепочек специализированных учреждений в региональном промышленном кластере Индустрии 5.0. Уделено внимание влиянию корпоративной культуры на производительность, факторам построения стратегического видения компании и исследований по мотивации сотрудников. Среди таких материалов можно выделить работы известных экспертов в области управления и бизнеса, аналитические обзоры рынка и практические случаи успешных компаний, применяющих принципы экзистенциального фокуса в своей деятельности.

Результаты и обсуждение

Цифровая трансформация организаций при переходе от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0

Цифровая трансформация организаций становится все более важной с каждым шагом, уделяется особое внимание человеческому фактору и устойчивому развитию⁵.

Цифровая трансформация позволяет организациям стать более гибкими, эффективными и конкурентоспособными. В переходе от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0 ключевую роль играют такие факторы, как улучшение обмена данными и информации между различными системами и источниками, внедрение технологий искусственного интеллекта и аналитики данных, развитие цифровых платформ и создание цифровых экосистем [10, 16, 17].

Одним из основных преимуществ цифровой трансформации организаций при переходе к Индустрии 5.0 является возможность создания персонализированных продуктов и услуг для потребителей.

⁵ Федеральный институт промышленной собственности. Центр содействия опережающим технологиям. [online] Available at: <https://new.fips.ru/tsentr-sodeystviya-operezhayushchim-tekhnologiyam/>. [Accessed 05.04.2024];

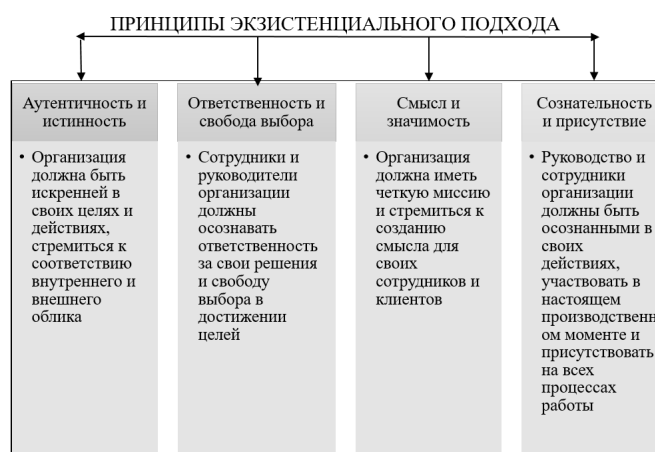


Рис. 1. Основные принципы экзистенциального подхода к развитию организаций в Индустрии 5.0
 Fig. 1. Basic principles of the existential approach to the development of organizations in the Industry 5.0

Источник: авторская разработка по⁶ [3, 4].

Благодаря использованию данных и аналитики компании могут узнать предпочтения и потребности своих клиентов и предложить им продукты и услуги, которые наиболее соответствуют их запросам. Вместе с тем успешная реализация цифровизации организаций при переходе от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0 предполагает учитывать ряд факторов. В первую очередь, организации должны иметь четкую стратегию цифровой трансформации и понимание целей, которые они хотят достичь с ее помощью [18]. Кроме того, необходимо обеспечить обучение сотрудников и создать условия для успешной адаптации к изменяющейся среде работы [11, 14].

Основными принципами экзистенциального подхода к развитию организаций можно назвать следующие (рис. 1).

Применение экзистенциального подхода в развитии организаций в Индустрии 5.0 может принести множество выгод. Помимо улучшения взаимодействия между сотрудниками, увеличения продуктивности и улучшения качества продукции, этот подход помогает создать более устойчивые организации, способные адаптироваться к переменам на рынке и оставаться конкурентоспособными [13, 19].

Таким образом, экзистенциальный подход к развитию организаций в Индустрии 5.0 позволяет привнести глубину и смысл в деловую среду, делая бизнес более человечным и устойчивым в переменчивом мире новых технологий и вызовов.

Представим схематично тенденции проявления цифровой трансформации организаций с переходом Индустрии 4.0 в Индустрию 5.0 (рис. 2).

1. Интеграция искусственного интеллекта и робототехники

В Индустрии 5.0 ожидается более тесная интеграция искусственного интеллекта и роботизированных систем, позволяющая получить мультипликативный производственный эффект результата прибыльности и качества. Организации должны быть готовы к внедрению интеллектуальных систем, способных к самообучению и адаптации под новые условия.

2. Повышение значимости интеллектуального капитала

Индустрия 5.0 подчеркивает совместную работу человека и машин. Это означает, что организации должны инвестировать в развитие знаний и навыков сотрудников, обеспечивать их компетентность в управлении новой техникой и технологиями.

⁶ Федеральный институт промышленной собственности. Центр содействия опережающим технологиям. [online] Available at: <https://new.fips.ru/tsentr-sodeystviya-operezhayushchim-tekhnologiyam/>. [Accessed 05.04.2024]; «Цифровая экономика РФ» (2023). Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. [online] Available at: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/>. [Accessed 20.05.2024].

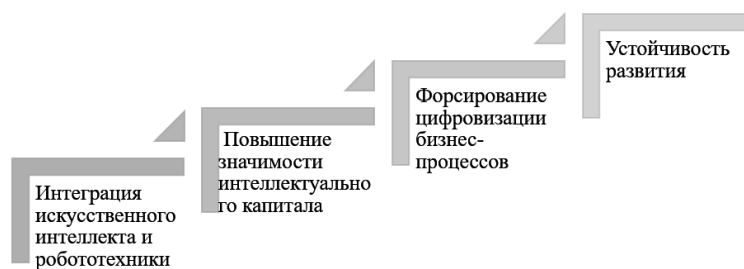


Рис. 2. Тенденции проявления цифровой трансформации организаций с переходом Индустрии 4.0 в Индустрию 5.0
Fig. 2. Trends of manifestation of digital transformation of organizations with the transition of Industry 4.0 to Industry 5.0

Источник: представлено авторами при обобщении⁷.

3. Форсирование цифровизации бизнес-процессов

В Индустрии 5.0 цифровые бизнес-процессы организаций ускоряются. При этом используются облачные технологии, блокчейн-технологии для обеспечения безопасности и прозрачности информации, совокупности бизнес-аналитических данных на основе системного управления.

4. Устойчивость развития

Конечной целью Индустрии 5.0 определяется устойчивость развития. Стратегическим ориентиром организаций служат экологические и социальные аспекты с использованием цифровых технологий, сокращающих энергопотребление и количество отходов.

Для перехода к Индустрии 5.0 важно использовать ряд инструментов – звеньев цифровой трансформации [6, 7]:

- 1) связующее звено, интегрирующее различные устройства и процессы, – Интернет вещей;
- 2) аналитическое звено, позволяющее использовать автоматические процессы, проводить аналитику данных и выработать дальнейшие рекомендации, – искусственный интеллект;
- 3) звено, обеспечивающее безопасные, прозрачные и надежные данные и их транзакции, – блокчейн-технологии;
- 4) звено удобного доступа к массиву вычислительных ресурсов и к хранению больших данных – облачные технологии;
- 5) дифференцирующее звено, выделяющее ценную информацию из больших данных, – аналитика данных;
- 6) интегрирующее звено, позволяющее автоматизировать рутинные задачи и процессы, – роботизированные процессы.

Эти инструменты-звенья могут помочь компаниям эффективно внедрять концепцию Индустрии 5.0, что позволит им стать более гибкими, конкурентоспособными и инновационными.

Путь перехода организации к Индустрии 5.0 включает в себя следующие этапы:

- сначала нужно идентифицировать текущее состояние организации и ее потребностей для определения целей и стратегии перехода;
- затем необходимо внедрить современные технологии и лучшие практики, такие как цифровизация производства, создание цифровых двойников и внедрение распределенного хранения данных.

Переход от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0 – это не только технический прогресс, но и изменение подходов к управлению и организации производства. Организации, которые смогут успешно провести цифровую трансформацию, будут иметь значительные преимущества на рынке, обеспечивая себе устойчивое развитие и конкурентоспособность в будущем [8].

⁷ «Цифровая экономика РФ» (2023). Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. [online] Available at: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/>. [Accessed 20.05.2024]; Mleczo A. (2024). The future of Industry 5.0. *Future Processing. NBER Working Paper*. [online] Available at: <https://www.future-processing.com/blog/the-futures-of-industry-5-0/> [Accessed 04.06.2024].



Внедрение новых технологий в рамках концепции Индустрии 5.0 будет способствовать увеличению производительности труда и эффективности работы организаций. Также, несомненно, повысится комфортность труда, улучшатся его условия и снизится вероятность травматизма за счет использования более безопасных технологий и процессов производства [5, 20].

Важно при реализации внедрения новых технологий в рамках концепции Индустрии 5.0 учитывать вопросы кибербезопасности и защиты данных при внедрении новых технологий [21, 22].

Так, интеграция «умных» киберфизических систем представляет собой совокупность автоматизированных машин и обрабатывающих центров, имеющих подключения к Интернету. Цель данных систем состоит в создании адаптивных систем, позволяющих машинам автономно изменять производственные шаблоны в ответ на меняющиеся требования. Этот подход призван повысить гибкость и эффективность производственных процессов, предоставив машинам возможность самостоятельно адаптироваться к новым условиям без необходимости в «ручной» настройке.

Одним из примеров интеграции киберфизических систем в промышленные процессы может быть использование интеллектуальных систем управления, способных контролировать и оптимизировать работу оборудования.

Рассмотрим практику развития цифровых трансформаций продвижения Индустрии 5.0 в мировой системе.

«Европейский союз утвердил программу „Цифровая Европа 2020“, где подробно описаны пути перехода к цифровым технологиям»⁸:

- 1) технологические изменения, связанные с формированием экономических систем стран;
- 2) достижения развивающихся стран и стран, отстающих в промышленном развитии, в быстрой освоении и распространении цифровых инновационных трансформаций с целью выравнивания их конкурентного уровня с уровнем развитых стран;
- 3) распространение опыта реализации известными передовыми фирмами (Siemens, General Electric, SAP, Intel и др.), достигшими успешных стратегических позиций, программ Индустрии 4.0/5.0 в сферах как производства, так и потребления, и др.

К основным проблемам относятся вопросы кибербезопасности и защиты от кибератак, обеспечение управляемости, устойчивости и живучести энергосистем в условиях влияния инновационных энергетических технологий. Кроме того, эксперты отмечают необходимость модернизации образовательных программ для подготовки сотрудников к управлению новыми технологиями, а также важность социальных преобразований, политических реформ и создания соответствующей правовой базы [23, 24]. «Несмотря на потенциальные риски, многие страны внедряют новые технологии в цепочку производства, транспортировки, распределения, хранения и потребления энергии, рассматривая их как платформу для будущих энергосистем»⁹.

Кибератаки часто мотивированы желанием получить несанкционированный доступ к информации с корыстной целью. «Объемы хранимых данных стремительно растут, и, согласно прогнозам, к 2025 году в мире будет храниться 200 зеттабайт информации»¹⁰.

Поэтому обеспечение кибербезопасности является важной, приоритетной задачей нынешних компаний и правительств. Разработка устройств по защите информации — в настоящее время самая насущная необходимость, поскольку угрозы в киберпространстве продолжают расти и становятся все более изощренными. Инновационная цикличность в Индустрии 5.0 в мировом промышленном развитии связана с сущностью их трендов, что представлено в табл. 1.

⁸ Industry 5.0. *European Commission. Research and innovation*. [online] Available at: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en [Accessed 23.05.2024].

⁹ Industry 5.0. *European Commission. Research and innovation*. [online] Available at: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en [Accessed 23.05.2024].

¹⁰ Industry 5.0. *European Commission. Research and innovation*. [online] Available at: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en [Accessed 23.05.2024].

**Таблица 1. Сущность мировых промышленных трендов
в инновационной цикличности в Индустрии 5.0**

Table 1. The essence of global industrial trends in innovation cycling in Industry 5.0

Трактовка/Interpretation	Сущность трендов/The essence of trends
Автоматизация операционной деятельности	Реинжиниринг технологического и организационного процессов, основанный на цифровизации
Совершенствование материальной составляющей	Применение удешевленных современных искусственных и композитных материалов
«Умность» среды	Выведение на рынок «умных» платформ, заменяющих ручной труд во многих сферах жизни

Источник: авторская разработка с использованием¹¹ [25].

С учетом вышеизложенного в табл. 2 представлены обобщенные приоритеты в сфере внедрения прорывных технологий Индустрии 5.0 в странах ЕС, США, Китае и России¹² [8, 9].

Технологическая трансформация, воплощенная в концепции Индустрии 5.0, предлагает системный подход к решению уникальных общественных проблем. Этот подход отличается смелым смещением акцентов с отдельных технологий на комплексное видение, позволяющее отрасли преследовать социальные цели, выходящие за рамки простого создания рабочих мест и экономического роста [26]. Так, «авторская система показателей оценки конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации представляет собой многомерный инструментарий, включающий в себя различные аспекты, начиная от инфраструктуры и заканчивая уровнем цифрового/электронного образования» [26].

Обсуждение полученных в разделе результатов. Обзор специальных публикаций, касающихся пятой промышленной революции, показал, что у ученых нет общего мнения в отношении изменений бизнеса и общества под воздействием прорывных приоритетных технологий. Однако главная мысль — способствование повышению мотивации сотрудников, улучшению их благосостояния и в конечном счете увеличению производительности. Кроме того, вовлечение сотрудников в разработку технологических решений может привести к созданию интуитивно более понятных и удобных в использовании инструментов, что еще больше повысит эффективность рабочих процессов.

Проявление цифровой трансформации организаций в стремлении к Индустрии 5.0

«Индустрия 5.0 уже начинает появляться в различных отраслях, таких как здравоохранение, транспорт, сельское хозяйство и производство, и одним из примеров успешной реализации Индустрии 5.0 является проект „Фабрика будущего“ ООО „СКБ „Протон“, где технологии используются для создания рабочих мест с высокой степенью автоматизации, но с сохранением работы и доходов для человека»¹³.

Для успешного перехода к Индустрии 5.0 организации должны придерживаться следующих принципов реализации цифровой трансформации (рис. 3).

1. Гибкое стратегирование цифровой трансформации

Разработка организациями стратегии, учитывающей уникальность собственного бизнеса и локального рынка, функциональные возможности новых технологий и композиционных материалов для производства новейших изделий в автоматическом цикле.

¹¹ Mleczko A. (2024). The future of Industry 5.0. *Future Processing. NBER Working Paper*. [online] Available at: <https://www.future-processing.com/blog/the-futures-of-industry-5-0/> [Accessed 04.06.2024].

¹² Industry 5.0. *European Commission. Research and innovation*. [online] Available at: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en [Accessed 23.05.2024]; Furman J., Orszag P. (2015). *A Firm-Level Perspective on the Role of Rents in the Rise in Inequality. Presentation at "A Just Society" Centennial Event in Honor of Joseph Stiglitz at Columbia University*. [online] Available at: <http://gabriel-zucman.eu/files/teaching/FurmanOrszag15.pdf> [Accessed 29.05.2024].

¹³ Индустрия 5.0: Фабрика будущего. ООО «СКБ «Протон». [online] Available at: <https://skb-proton.ru/2023/01/03/индустрия-5-0-фабрика-будущего/> [Accessed 05.06.2024].

Таблица 2. Приоритеты Индустрии 5.0 в прорывных технологиях стран
 Table 2. Industry 5.0 priorities in breakthrough technologies of countries

ЕС/EU	США/USA	Китай/China	Россия/Russia
<p>1. Развитие цифровой инфраструктуры и обеспечение широкого доступа к новейшим технологиям.</p> <p>2. Обучение и подготовка кадров для рабочих с прорывными технологиями, включая программы обучения вузов и повышение квалификации специалистов.</p> <p>3. Создание благоприятной экосистемы для инноваций, включая содействие стартапам и предпринимательству в области Индустрии 5.0.</p> <p>4. Регулирование и нормативное обеспечение внедрения прорывных технологий с учетом защиты данных и приватности граждан.</p> <p>5. Сотрудничество и партнерство с другими странами и организациями для обмена опытом и передачи технологических знаний.</p>	<p>1. Развитие и внедрение искусственного интеллекта и машинного обучения для оптимизации производственных процессов и создания «умных» фабрик.</p> <p>2. Внедрение Интернета вещей для мониторинга и управления производственными процессами, а также для создания цифровых двойников оборудования.</p> <p>3. Разработка и внедрение беспилотных систем и роботизированных технологий для автоматизации производственных операций.</p> <p>4. Применение блокчейн-технологий, обеспечивающих безопасность электронных транзакций и надежное хранение данных.</p> <p>5. Использование виртуальных технологий и методов имитационного моделирования в обучении сотрудников организаций.</p>	<p>1. Развитие и внедрение искусственного интеллекта и машинного обучения в промышленном производстве для повышения эффективности и автоматизации процессов.</p> <p>2. Создание цифровых двойников производственных объектов с использованием технологий Интернета вещей для мониторинга и оптимизации рабочих процессов.</p> <p>3. Применение блокчейн-технологий, обеспечивающих прозрачность и безопасность цепочек поставок и производства.</p> <p>4. Создание и установка автоматизированных систем и самостоятельных роботов для решения сложных задач на производстве.</p> <p>5. Применение AR- (дополненная реальность) и VR- (виртуальная реальность) технологий для обучения сотрудников и улучшения производственных процессов.</p> <p>6. Развитие наноматериалов и нанотехнологий и генерирование новейших искусственных материальных ресурсов.</p> <p>7. Исследования в сфере кванта, создание высокоустойчивых и скоростных систем преобразования данных и вычислительных средств и приборов.</p>	<p>1. Развитие цифровой инфраструктуры – необходимо продолжать инвестировать в развитие высокоскоростных интернет-сетей, цифровых платформ и облачных технологий для ускорения процесса цифровой визации отраслей экономики.</p> <p>2. Создание современных цифровых технологий – важно развивать и внедрять новые процессы, к примеру, искусственного интеллекта, Интернета вещей, блокчейн-технологии и другие инновации, которые могут значительно повысить производительность и эффективность производства.</p> <p>3. Обучение и переквалификация рабочих кадров – необходимо создавать специальные программы обучения и переподготовки рабочей силы, способной освоить новые производственные технологии.</p> <p>4. Поддержка и финансирование государством развития инновационных стартапов и компаний ради обеспечения благоприятной среды для прогресса новых технологий в Российской Федерации.</p> <p>5. Взаимодействие с международными партнерами – важно сотрудничать с международными компаниями и организациями для обмена опытом, технологиями и лучшими практиками в области прорывных технологий.</p>

Источник: авторская разработка с учетом ¹⁴ [8, 9].

¹⁴ Industry 5.0. *European Commission. Research and innovation.* [online] Available at: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en [Accessed 23.05.2024]; Furman J., Orszag P. (2015). *A Firm-Level Perspective on the Role of Rents in the Rise in Inequality. Presentation at "A Just Society" Centennial Event in Honor of Joseph Stiglitz at Columbia University.* [online] Available at: <http://gabriel-zucman.eu/files/teaching/FurmanOrszag15.pdf> [Accessed 29.05. 2024].

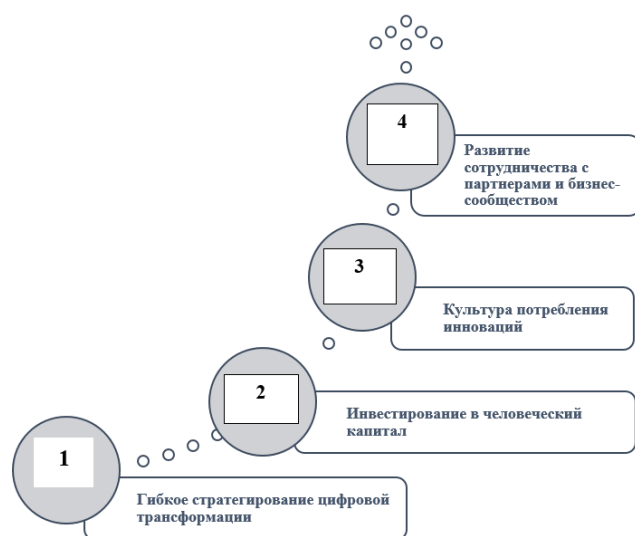


Рис. 3. Основные принципы реализации цифровой трансформации организаций при переходе от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0
 Fig. 3. The basic principles of implementing the digital transformation of organizations in the transition from Industry 4.0 to Industry 5.0

Источник: авторская разработка.

2. Инвестирование в человеческий капитал

Использование новейшего оборудования и программного обеспечения требует высокой квалификации сотрудников, имеющих навыки труда с прецизионным оборудованием, технологиями и материалами.

3. Культура потребления инноваций

Организации должны поощрять творческие подходы к решению поставленных задач, стимулировать сотрудников к инновационной активности, генерации новых идей и рационализаторских подвижек.

4. Развитие сотрудничества с партнерами и бизнес-сообществом

Применение новейших технологий требует расширения сотрудничества с другими компаниями, исследовательскими центрами и государственными органами, использование технологий коворкинга, мейнфрейма, микроблога, телемаркетинга и др.

В России есть ряд компаний, которые уже успешно внедряют подобные технологии в свое производство¹⁵. Например, некоторые российские предприятия, производящие автомобили, уже используют Интернет вещей для мониторинга и обслуживания оборудования на производстве, а также для отслеживания процессов в реальном времени. Это позволяет им повышать эффективность производства, сокращать затраты и улучшать качество продукции. Также в России есть предприятия в области горнодобывающей промышленности, которые внедряют роботизированные системы для добычи полезных ископаемых. Это увеличивает безопасность труда, повышает эффективность процессов и снижает влияние на окружающую среду.

«Внедрение концепции „Индустрии 4.0“ в России впервые было инициировано банками и нефтяными компаниями, которые стали первопроходцами в области „умного производства“, и постепенно к этой идее начали склоняться и крупные промышленные предприятия, обладающие необходимыми финансовыми ресурсами и квалифицированными кадрами, как отмечают эксперты в данной области»¹⁶.

¹⁵ Федеральный институт промышленной собственности. Центр содействия опережающим технологиям. [online] Available at: <https://new.fips.ru/tsentr-sodeystviya-operezhayushchim-tekhnologiyam/>. [Accessed 05.04.2024].

¹⁶ Федеральный институт промышленной собственности. Центр содействия опережающим технологиям. [online] Available at: <https://new.fips.ru/tsentr-sodeystviya-operezhayushchim-tekhnologiyam/>. [Accessed 05.04.2024].



«Высокоавтоматизированными можно назвать завод Volkswagen в Калуге, Фортум, DMG-Mori Seiki, FM Logistic, из российских предприятий – Тихвинский вагоностроительный завод, который использует роботизированную сварочную линию: степень автоматизации на предприятии высока»¹⁷.

Финансовые учреждения и компании, занимающиеся добычей нефти, обычно обладают более продвинутым уровнем цифровизации и более адаптивной инфраструктурой, что дает им возможность быстрее приспосабливаться к новейшим технологиям и внедрять инновационные решения. Они играют роль лидеров в области цифровых преобразований, устанавливая стандарты и тенденции, которым следуют другие отрасли промышленности. «Крупные российские компании, включая „Металлоинвест“ и „Газпром нефть“, а также организации из оборонного сектора, активно принимают концепцию Индустрии 4.0: к примеру, „Газпром нефть“ применяет передовые методы для сбора и анализа оперативной информации по своим проектам»¹⁸. Они применяют 3D-сканирование, мультиагентные технологии и сотни тысяч датчиков для оптимизации всего процесса добычи и транспортировки нефти. Центр управления эффективностью компании анализирует данные с объектов, чтобы обеспечить высокий уровень эффективности, т.е. цифровизация позволяет достичь успехов, недоступных старыми методами.

Программа «Цифровая экономика России» поддерживает развитие промышленной сенсорики, анализа больших данных и индустриального Интернета¹⁹. Созданы специализированные учреждения для стимулирования этого развития [27, 28]. Наиболее эффективно, на наш взгляд, они будут функционировать в условиях формирования промышленных кластеров, объединенных цифровыми процессами [25, 29]. Цифровизация цепочек специализированных учреждений в региональном промышленном кластере Индустрии 5.0 представлена на рис. 4.

В интересах исследования переосмыслим принципы, взаимосвязи и цифровые инструменты производственно-экономического развития с позиций экзистенциального фокуса применительно к практической деятельности организаций и протекающим современным многоотраслевым хозяйственным процессам на примере цифровизации цепочек специализированных учреждений в региональном промышленном кластере Индустрии 5.0.

Как следует из схемы, представленной на рис. 4, цифровизация цепочек проектирования и производства в Индустрии 5.0 предполагает первоначальный реинжиниринг процессов разработки, создания и внедрения цифровых сетевых систем управления данными и запуск отраслевых и межотраслевых цифровых платформ, объединяющих всех участников промышленной кластерной кооперации с опорой на стратегический апекс – координационный совет кластера и опорный вуз, осуществляя масштабную виртуализацию хозяйственных процессов в «умной» среде.

Основные функции опорного вуза в структуре регионального промышленного кластера включают в себя обучение и переобучение персонала, разработку перспективной продукции, проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по заказам кластера, обеспечение стандартизации и сертификации продукции, консалтинг и разработки в области информационных технологий, установление партнерских связей с зарубежными университетами и компаниями, стратегическое планирование деятельности кластера, а также проведение научных исследований и разработок. При внедрении концепции Индустрии 5.0 вуз также может выступать в роли системного интегратора, помогая промышленным предприятиям перейти на цифровые технологии, обучая специалистов и помогая в создании цифровых образов продукции.

¹⁷ Федеральный институт промышленной собственности. Центр содействия опережающим технологиям. [online] Available at: <https://new.fips.ru/tsentr-sodeystviya-operezhayushchim-tekhnologiyam/>. [Accessed 05.04.2024].

¹⁸ Ключевые индикаторы российской экономики (2024). Газпромбанк. Инвестиции. [online] Available at: <https://gazprombank.investments/blog/economics/key-indicators/>. [Accessed 18.05.2024].

¹⁹ «Цифровая экономика РФ» (2023). Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. [online] Available at: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/>. [Accessed 20.05.2024].



Рис. 4. Цифровизация цепочек специализированных учреждений в региональном промышленном кластере Индустрии 5.0
 Fig. 4. Digitalization of chains of specialized institutions in the regional industrial cluster of Industry 5.0

Источник: разработано авторами по²⁰ [26, 28, 29]

Обсуждение полученных в разделе результатов. Ключевую роль в трансформации бизнес-среды играет грамотная стратегия принятия управленческих решений, адаптация и следование существующим тенденциям. Для достижения сверхприбыли и опережения конкурентов в эпоху Индустрии 5.0 предпринимателям необходимо определить оптимальный путь развития, что требует значительных усилий и переосмысления роли бизнеса в этой новой парадигме. Идентификация преимуществ и недостатков такой модели организации хозяйственной деятельности поможет выбрать новые направления развития предпринимательской деятельности и оценить эффективность ведения бизнеса в будущем.

Заключение

В результате исследования получены следующие результаты.

1. Проанализированы особенности эволюции цифровой трансформации организаций от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0 и вызовы, с которыми они сталкиваются.

Индустрия 4.0, зародившаяся в 2011 году, символизирует эпоху, когда машины начали общаться друг с другом через киберфизические системы и Интернет вещей, стремясь к самосовершенствованию в производственных процессах. Это был шаг к созданию производств, которые могут адаптироваться, как живые организмы, к изменениям окружающей среды. Однако с возникновением Индустрии 5.0 мы сталкиваемся с новым витком эволюции, где человеческое начало становится равноправным партнером в этом технологическом тандеме.

Индустрия 5.0 представляет собой новую стадию развития производства, где важное значение придается сотрудничеству между людьми и технологиями. Она основана на идее совместной работы человека и машины для создания гибких и эффективных производственных систем. Такой подход позволяет создавать производства, способные быстро реагировать на изменения в рыночных условиях и обеспечивать высокое качество продукции. Важно, чтобы компании были готовы адаптировать свои производственные процессы к требованиям Индустрии 5.0 и инвестировать в

²⁰ Федеральный институт промышленной собственности. Центр содействия опережающим технологиям. [online] Available at: <https://new.fips.ru/tsentr-sodeystviya-operezhayushchim-tekhnologiyam/>. [Accessed 05.04.2024]; Industry 5.0. European Commission. Research and innovation. [online] Available at: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en [Accessed 23.05.2024].



развитие человеческих ресурсов и новых технологий. При этом необходимо выделить интеллектуальную роль опорного вуза как системного интегратора в формировании цифровизации цепочек специализированных учреждений в региональном промышленном кластере Индустрии 5.0.

2. Рассмотрена сущность понятия «экзистенциальный вызов» и его значение для современных организаций.

Индустрия 5.0 несет в себе глубокий экзистенциальный смысл, переосмысляя наше место в мире, насыщенном технологиями. Она подчеркивает важность человеческого благополучия, социальной справедливости и устойчивого развития, предлагая новый взгляд на то, как мы взаимодействуем с технологиями и как они влияют на нашу жизнь и окружающую среду.

Экзистенциальный вызов подразумевает процесс создания не только эффективных, но и человеческих производственных систем, которые сочетают в себе технологический прогресс и глубокое понимание нашего места в мире. Организации, стремящиеся к устойчивому развитию в рамках Индустрии 5.0 с экзистенциальным подходом, должны учитывать глубокие, фундаментальные аспекты человеческого существования и взаимодействия с окружающей средой.

3. Изучены практические примеры успешной реализации концепции экзистенциального фокуса в прорывных технологиях некоторых стран и стратегиях развития некоторых компаний, что позволяет представить определенные практические рекомендации для организаций по экзистенциальному подходу развития в Индустрии 5.0:

1) *Интегрированность интеллектуального капитала*

Освоение новейших технологий, усиливающих применимость интеллектуального человеческого потенциала, а не заменяющих его. При этом создаются новые рабочие места, а занимающие их сотрудники отличаются характерными чертами — творческим и критическим мышлением, эмоциональным и духовным благополучием.

2) *Глобальность стратегии*

Строительство долгосрочной стратегии организации как частицы масштабной стратегии (отрасли, страны), включающей как экономические, так и ноосферные экологические и социальные компоненты. Способность нести ответственность за принятые и осуществленные решения.

3) *Разработка циркулярных проектов*

Генерация продуктов и услуг, минимизирующих негативы выбросов в окружающую среду с замкнутым циклом — от поставки экосырья до безотходного промышленного производства и нейтральных утилизационных мероприятий.

4) *Коворкинг и прозрачность действий*

Приглашение к открытому диалогу со всеми всесторонне заинтересованными лицами, т.е. сотрудниками, потребителями, правительствами, общественными и неправительственными организациями. Обеспечение прозрачности действий, операций и коммуникаций.

5) *Повышение компетентности, квалификации и знаниевого уровня персонала*

Осуществление непрерывных инвестиций в системное повышение компетентности и квалификации сотрудников в сфере новейших нанотехнологий и экологичности производственных процессов.

6) *Социальная ответственность бизнеса*

Способствование социальной ответственности, социальному партнерству и социальной справедливости в ходе производственного процесса выпуска продукция и оказания услуг организации, в том числе в сокращении неравенства, в продвижении инклюзивных субъектов.

7) *Этический кодекс*

Соблюдение организацией этического кодекса в отношении бизнес-поведения, бизнес-коучинга и мотивации партнеров к обратной связи на принципах этической морали.

8) *Адаптивность к инновациям*

Готовность организации к управлению изменениями и к внедрению инноваций, поддерживающих их системное и устойчивое развитие, например, к использованию такого цифрового

инструментария, как портфель искусственного интеллекта, а также робототехники и цифровых платформ, улучшающих производственную эффективность и одновременно уменьшающих отрицательное воздействие на окружающую среду.

9) *Процессный контроль и идентификация критериев эффективности*

Регулярный мониторинг организацией оценки своей стратегической и текущей деятельности с использованием ключевых критериев эффективности, с позиций устойчивости развития и последующего внедрения изменений в случае необходимости.

10) *Коллаборации, корпоративные соглашения и корпоративные партнерства*

В случае создания коллабораций, заключения корпоративных соглашений, учреждения корпоративных партнерств с другими организациями, вузами, исследовательскими институтами и сообществами для совместной разработки решений такие альянсы способствуют устойчивому и взаимовыгодному развитию организаций.

В целом цифровая трансформация организаций при переходе от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0 представляет собой важный этап в развитии бизнеса и экономики. Она позволяет им стать более конкурентоспособными, эффективными и ответственными перед потребителями. Поэтому внедрение цифровых технологий и современных подходов к управлению процессами становится необходимым шагом для успешного развития организаций.

Данные рекомендации помогут организациям в Индустрии 5.0 создать основу для долгосрочного успеха, сочетая технологический прогресс с глубоким пониманием человеческой сути и ответственности перед будущими поколениями.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Агеев А.И. (2018) Управление цифровым будущим. *Мир новой экономики*, 12 (3), 6–23. DOI: <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2018-12-3-6-23>
2. Nahavandi S. (2019) Industry 5.0 – A Human-Centric Solution. *Sustainability*, 11 (16), art. no. 4371. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11164371>
3. Бабкин А.В., Шкарупета Е.В., Плотников В.А. (2021) Интеллектуальная киберсоциальная экосистема индустрии 5.0: понятие, сущность, модель. *Экономическое возрождение России*, 4 (70), 39–62. DOI: <https://doi.org/10.37930/1990-9780-2021-4-70-39-62>
4. Наливайченко Е.В., Кирильчук С.П. (2024) Цифровая эволюция рынка труда в промышленности: инновационный сдвиг. *Интеллектуальная инженерная экономика и Индустрия 5.0 (ИНПРОМ-2024)*, 1, 247–251.
5. Akundi A., Euresti D., Luna S., Ankobiah W., Lopes A., Edinbarough I. (2022) State of Industry 5.0 – Analysis and Identification of Current Research Trends. *Applied System Innovation*, 5 (1), art. no. 27. DOI: <https://doi.org/10.3390/ASI5010027>
6. Trstenjak M., Hegedić M., Tošanović N., Opetuk T., Đukić G., Čajner 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
7. Dautaj M., Rossi M. (2022) Towards a New Society: Solving the Dilemma Between Society 5.0 and Industry 5.0. *Product Lifecycle Management. Green and Blue Technologies to Support Smart and Sustainable Organizations (PLM 2021)*, 639, 523–536. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-94335-6_37
8. Xu X., Lu Y., Vogel-Heuser B., Wang L. (2021) Industry 4.0 and Industry 5.0 – Inception, concept and perception. *Journal of Manufacturing Systems*, 61, 530–535. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JMSY.2021.10.006>
9. Акаев А.А., Рудской А.И. (2017) Конвергентные ИКТ как ключевой фактор технического прогресса на ближайшие десятилетия и их влияние на мировое экономическое развитие. *International Journal of Open Information Technologies*, 5 (1), 1–18.
10. Доржиева В.В. (2022) Цифровизация промышленности: роль искусственного интеллекта и возможности для России. *Вопросы инновационной экономики*, 12 (4), 2383–2394. DOI: <https://doi.org/10.18334/vinec.12.4.116599>



11. Розанова Н.М. (2023) Индустрия 5.0: золотой век или прыжок в темноту? *Вестник Института экономики Российской академии наук*, 6, 61–77. DOI: https://doi.org/10.52180/2073-6487_2023_6_61_77
12. Федоров А.А., Либерман И.В., Корягин С.И., Клачек П.М., Полупан К.Л. (2021) *Основы создания нейроцифровых экосистем. Гибридный вычислительный интеллект*, монография, Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 182–207.
13. Яковлева Е.А., Виноградов А.Н., Александрова Л.В., Филимонов А.П. (2023) Роль технологий искусственного интеллекта в цифровой трансформации экономики. *Вопросы инновационной экономики*, 13 (2), 707–726. DOI: <https://doi.org/10.18334/vinec.13.2.117710>
14. Galushenko A., Olefirenko A. (2020) Paradigm of Integrated Enterprise Managing (IEM) System as Universal (Organization-Independent) Enterprise Operating System from Real Digital Transformation of Real Economy to Economical Singularity. *Asian Business Research Journal*, 5, 28–42. DOI: <https://doi.org/10.20448/journal.518.2020.5.28.42>
15. 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>
16. Дятлов С.А. (2021) Искусственный интеллект как институт развития цифровой нейро-сетевой экономики. *Известия СПбГЭУ*, 2 (128), 25–29.
17. Maddikunta P.K.R., Pham Q.-V., Prabadevi B., Deepa N., Dev K., Gadekallu T.R., Ruby R., Liyanage M. (2022) Industry 5.0: A Survey on Enabling Technologies and Potential Applications. *Journal of Industrial Information Integration*, 26, art. no. 100257. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100257>
18. Babkin A., Shkarupeta E., Kabasheva I., Rudaleva I., Vicentiy A. (2022) A Framework for Digital Development of Industrial Systems in the Strategic Drift to Industry 5.0. *International Journal of Technology*, 13 (7), 1373–1382. DOI: <https://doi.org/10.14716/ijtech.v13i7.6193>
19. Ghobakhloo M., Iranmanesh M., Foroughi B., Tirkolaei E.B., Asadi S., Amran A. (2023) Industry 5.0 implications for inclusive sustainable manufacturing: An evidence-knowledge-based strategic roadmap. *Journal of Cleaner Production*, 417, art. no. 138023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138023>
20. Adel A. (2022) Future of industry 5.0 in society: human-centric solutions, challenges and prospective research areas. *Journal of Cloud Computing*, 11, art. no. 40. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13677-022-00314-5>
21. Kaasinen E., Anttila A.-H., Heikkilä P., Laarni J., Koskinen H., Vääänen A. (2022) Smooth and Resilient Human–Machine Teamwork as an Industry 5.0 Design Challenge. *Sustainability*, 14 (5), art. no. 2773. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14052773>
22. Lu Y., Zheng H., Chand S., Xia W., Liu Z., Xu X., Wang L., Qin Z., Bao J. (2022) Outlook on human-centric manufacturing towards Industry 5.0. *Journal of Manufacturing Systems*, 62, 612–627. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.02.001>
23. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Breque M., De Nul L., Petridis A. (2021) *Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. Publications Office of the European Union. DOI: <https://data.europa.eu/doi/10.2777/308407>
24. Ghobakhloo M., Iranmanesh M., Mubarak M.F., Mubarik M., Rejeb A., Nilashi M. (2022) Identifying industry 5.0 contributions to sustainable development: A strategy roadmap for delivering sustainability values. *Sustainable Production and Consumption*, 33, 716–737. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.08.003>
25. Novikov A.O., Babkin A.V. (2014) Stages and tools of evaluation of cluster operation (case study of shipbuilding cluster of St. Petersburg). *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 11 (3), 1563–1571. DOI: <http://dx.doi.org/10.13005/bbra/1554>
26. Бабкин А.В., Шкарупета Е.В., Ташенова Л.В. (2023) Методика оценки конвергентности цифровой индустриализации и индустриальной цифровизации в условиях Индустрии 4.0 и 5.0. *π-Экономы*, 16 (5), 91–108. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16507>
27. Баринаева Н.В., Баринев В.Р. (2022) Цифровая экономика, искусственный интеллект, Индустрия 5.0: вызовы современности. *Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова*, 5, 23–34. DOI: <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2022-5-23-34>
28. Платонов В.В. (2020) Визуализация больших данных в экономических науках в условиях информационного общества. *Вопросы инновационной экономики*, 10 (4), 1831–1848. DOI: <https://doi.org/10.18334/vinec.10.4.111373>

29. Kirilchuk S., Reutov V., Nalivaychenko E., Shevchenko E., Yarochenko A. (2022) Ensuring the security of an automated information system in a regional innovation cluster. *Transportation Research Procedia*, 63, 607–617. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.054>

REFERENCES

1. Ageev A.I. (2018) Managing the Digital Future. *The World of New Economy*, 12 (3), 6–23. <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2018-12-3-6-23>
2. Nahavandi S. (2019) Industry 5.0 – A Human-Centric Solution. *Sustainability*, 11 (16), art. no. 4371. <https://doi.org/10.3390/su11164371>
3. Babkin A.V., Shkarupeta E.V., Plotnikov V.A. (2021) Intelligent cyber-social ecosystem of Industry 5.0: definition, essence, model. *Economic Revival of Russia*, 4 (70), 39–62. <https://doi.org/10.37930/1990-9780-2021-4-70-39-62>
4. Nalivajchenko E.V., Kiril'chuk S.P. (2024) Cifrovaya evolyuciya rynka truda v promyshlennosti: innovacionnyj sdvig [Digital evolution of the labor market in industry: an innovative shift]. *Intelligent Engineering Economics and Industry 5.0 (IEEI_5.0_INPROM)*, 1, 247–251.
5. Akundi A., Euresti D., Luna S., Ankobiah W., Lopes A., Edinbarough I. (2022) State of Industry 5.0 – Analysis and Identification of Current Research Trends. *Applied System Innovation*, 5 (1), art. no. 27. <https://doi.org/10.3390/ASI5010027>
6. 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. https://doi.org/10.1007/978-3-031-28839-5_69
7. Dautaj M., Rossi M. (2022) Towards a New Society: Solving the Dilemma Between Society 5.0 and Industry 5.0. *Product Lifecycle Management. Green and Blue Technologies to Support Smart and Sustainable Organizations (PLM 2021)*, 639, 523–536. https://doi.org/10.1007/978-3-030-94335-6_37
8. Xu X., Lu Y., Vogel-Heuser B., Wang L. (2021) Industry 4.0 and Industry 5.0 – Inception, concept and perception. *Journal of Manufacturing Systems*, 61, 530–535. <https://doi.org/10.1016/J.JMSY.2021.10.006>
9. Akaev A.A., Rudskoi A.I. (2017) Convergent ICT as a key factor of technological progress in the coming decades and their impact on world economic development. *International Journal of Open Information Technologies*, 5 (1), 1–18.
10. Dorzhieva V.V. (2022) Industrial digitalisation: the role of artificial intelligence and opportunities for Russia. *Russian Journal of Innovation Economics*, 12 (4), 2383–2394. <https://doi.org/10.18334/vinec.12.4.116599>
11. Rozanova N.M. (2023) Industry 5.0: A Golden Age or a Leap into the Dark? *The Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences*, 6, 61–77. https://doi.org/10.52180/2073-6487_2023_6_61_77
12. Fedorov A.A., Liberman I.V., Koryagin S.I., Klachek P.M., Polupan K.L. (2021) *Osnovy sozdaniya nejrocifrovyyh ekosistem. Gibridnyj vychislitel'nyj intellekt [Fundamentals of creating neurodigital ecosystems. Hybrid Computational Intelligence]*, monograph, Kaliningrad: Izd-vo BFU im. I. Kanta, 182–207.
13. Yakovleva E.A., Vinogradov A.N., Aleksandrova L.V., Filimonov A.P. (2023) How artificial intelligence helps transform the digital economy. *Russian Journal of Innovation Economics*, 13 (2), 707–726. <https://doi.org/10.18334/vinec.13.2.117710>
14. Galushenko A., Olefirenko A. (2020) Paradigm of Integrated Enterprise Managing (IEM) System as Universal (Organization-Independent) Enterprise Operating System from Real Digital Transformation of Real Economy to Economical Singularity. *Asian Business Research Journal*, 5, 28–42. <https://doi.org/10.20448/journal.518.2020.5.28.42>
15. 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. <https://doi.org/10.14716/IJTECH.V12I7.5390>
16. Dyatlov S.A. (2021) Artificial Intelligence as an Institute for the Development of the Digital Neural Network Economy. *Izvestiya SPbGEU [News of Saint Petersburg State University of Economics]*, 2 (128), 25–29.
17. Maddikunta P.K.R., Pham Q.-V., Prabadevi B., Deepa N., Dev K., Gadekallu T.R., Ruby R., Liyanage M. (2022) Industry 5.0: A Survey on Enabling Technologies and Potential Applications. *Journal of Industrial Information Integration*, 26, art. no. 100257. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100257>

18. Babkin A., Shkarupeta E., Kabasheva I., Rudaleva I., Vicentiy A. (2022) A Framework for Digital Development of Industrial Systems in the Strategic Drift to Industry 5.0. *International Journal of Technology*, 13 (7), 1373–1382. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v13i7.6193>
19. Ghobakhloo M., Iranmanesh M., Foroughi B., Tirkolae E.B., Asadi S., Amran A. (2023) Industry 5.0 implications for inclusive sustainable manufacturing: An evidence-knowledge-based strategic roadmap. *Journal of Cleaner Production*, 417, art. no. 138023. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138023>
20. Adel A. (2022) Future of industry 5.0 in society: human-centric solutions, challenges and prospective research areas. *Journal of Cloud Computing*, 11, art. no. 40. <https://doi.org/10.1186/s13677-022-00314-5>
21. Kaasinen E., Anttila A.-H., Heikkilä P., Laarni J., Koskinen H., Väättänen A. (2022) Smooth and Resilient Human–Machine Teamwork as an Industry 5.0 Design Challenge. *Sustainability*, 14 (5), art. no. 2773. <https://doi.org/10.3390/su14052773>
22. Lu Y., Zheng H., Chand S., Xia W., Liu Z., Xu X., Wang L., Qin Z., Bao J. (2022) Outlook on human-centric manufacturing towards Industry 5.0. *Journal of Manufacturing Systems*, 62, 612–627. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.02.001>
23. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Breque M., De Nul L., Petridis A. (2021) *Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/308407>
24. Ghobakhloo M., Iranmanesh M., Mubarak M.F., Mubarik M., Rejeb A., Nilashi M. (2022) Identifying industry 5.0 contributions to sustainable development: A strategy roadmap for delivering sustainability values. *Sustainable Production and Consumption*, 33, 716–737. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.08.003>
25. Novikov A.O., Babkin A.V. (2014) Stages and tools of evaluation of cluster operation (case study of shipbuilding cluster of St. Petersburg). *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 11 (3), 1563–1571. <http://dx.doi.org/10.13005/bbra/1554>
26. Babkin A.V., Shkarupeta E.V., Tashenova L.V. (2023) Methodology for assessing the convergence of digital industrialization and industrial digitalization in the conditions of Industry 4.0 and 5.0. *π-Economy*, 16 (5), 91–108. <https://doi.org/10.18721/JE.16507>
27. Barinova N.V., Barinov V.R. (2022) Digital Economy, Artificial Intellect, Industry 5.0: Today's Challenges. *Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics*, 5, 23–34. <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2022-5-23-34>
28. Platonov V.V. (2020) Big data visualization in economic sciences in the information society. *Russian Journal of Innovation Economics*, 10 (4), 1831–1848. <https://doi.org/10.18334/vinec.10.4.111373>
29. Kirilchuk S., Reutov V., Nalivaychenko E., Shevchenko E., Yarochenko A. (2022) Ensuring the security of an automated information system in a regional innovation cluster. *Transportation Research Procedia*, 63, 607–617. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.054>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

КИРИЛЬЧУК Светлана Петровна

E-mail: skir12@yandex.ru

Svetlana P. KIRILCHUK

E-mail: skir12@yandex.ru

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

ТАШЕНОВА Лариса Владимировна

E-mail: larisatash_88@mail.ru

Larisa V. TASHENOVA

E-mail: larisatash_88@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5022-0421>

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: 11.06.2024; Одобрена: 30.07.2024; Принята: 30.07.2024.

Submitted: 11.06.2024; Approved: 30.07.2024; Accepted: 30.07.2024.