

УДК 001.895+338.45.01

DOI: 10.18384/2949-5024-2025-1-61-68

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Желтенков А. В.¹, Сертакова О. В.², Васильева И. А.³

¹ Государственный университет просвещения

105005, г. Москва, ул. Радио, д. 10А, стр. 2, Российская Федерация

² Министерство здравоохранения Московской области

143407, Московская обл., г. Красногорск, бульвар Строителей, д. 1, Российская Федерация

³ Московский международный университет

125040, г. Москва, Ленинградский пр-т, д. 17, Российская Федерация

Аннотация

Цель. Разработка подхода по цифровой трансформации предприятий промышленного типа к условиям концепции «Индустрия 4.0».

Процедура и методы. Методика исследования основывается на методах анализа и синтеза, индукции и дедукции, диагностического подхода, интерпретации результатов исследования и некоторых других.

Результаты. Определены основные характеристики, а также цифровые технологии, присущие адаптации предприятий промышленного типа к концепции «Индустрия 4.0». Обоснованы реальные эффекты от внедрения цифровых технологий на промышленных предприятиях. Предложен подход по цифровой трансформации предприятий промышленного типа к условиям концепции «Индустрия 4.0». Разработана процедура реализации цифровой трансформации предприятия промышленного типа.

Теоретическая и/или практическая значимость заключается в том, что разработанный подход по цифровой трансформации предприятий промышленного типа к условиям концепции «Индустрия 4.0» позволяет осуществлять адаптацию конкретных организаций к этим условиям.

Ключевые слова: предприятия промышленного типа, цифровые технологии, методы и подходы, адаптация, цифровизация, стратегия, концепция «Индустрия 4.0», трансформация, цифровые платформы

INNOVATIVE APPROACHES TO DIGITAL TRANSFORMATION OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

A. Zheltenkov¹, O. Sertakova², I. Vasilyeva³

¹ Federal State University of Education
ul. Radio 10a, Moscow 105005, Russian Federation

² Ministry of Health of the Moscow Region
bul. Stroitelei 1, Krasnogorsk 143407, Moscow region, Russian Federation

³ Moscow International University
pr-t Leningradskii 17, Moscow 125040, Russian Federation

Abstract

Aim. To develop an approach for the digital transformation of industrial enterprises to the conditions of the concept “Industry 4.0”.

Methodology. The research methodology is based on the methods of analysis and synthesis, induction and deduction, diagnostic approach, interpretation of research results and some others.

Results. The main characteristics, as well as digital technologies inherent in the adaptation of industrial enterprises to the concept of “Industry 4.0” are identified. The real effect of the introduction of digital technologies in industrial enterprises is revealed. An approach to the digital transformation of industrial enterprises to the conditions of the concept “Industry 4.0” is proposed. The stages of implementing the strategy of digital transformation of industrial enterprises to the concept “Industry 4.0”.

Research implications lies in the fact that the developed approach to the digital transformation of industrial enterprises to the conditions of the concept “Industry 4.0” allows for the adaptation of specific organizations to these conditions.

Keywords: industrial enterprises, digital technologies, methods and approaches, adaptation, digitalization, strategy, the concept of “Industry 4.0”, transformation

Введение

Целью данного исследования является разработка подхода по цифровой трансформации предприятий промышленного типа к условиям концепции «Индустрия 4.0».

Для достижения указанной цели в работе представлено решение следующих задач: определить основные характеристики, а также цифровые технологии, присущие концепции «Индустрия 4.0»; выявить реальный эффект от внедрения цифровых технологий на промышленных предприятиях; разработать подход по цифровой трансформации предприятий промышленного типа к условиям концепции «Индустрия 4.0»; составить процедуру реализации цифровой трансформации предприятия промышленного типа.

Анализ научной литературы по проблеме. Анализ научной литературы по проблеме исследования [1–17], а также изучение практического опыта цифровой трансформации ряда предприятий промышленного типа к условиям концепции «Индустрия 4.0» выявили, что одной из важнейших проблем этого процесса является отсутствие эффективных методических инструментов его реализации.

Описание методологии и/или методики исследования. Методика исследования основывается на методах анализа и синтеза, индукции и дедукции, диагностического подхода, интерпретации результатов исследования и некоторых других.

Формирование подхода по цифровой трансформации предприятий промышленного типа к условиям концепции «Индустрия 4.0.»

Характеристики и свойства концепции «Индустрия 4.0» [1; 7; 8; 10; 11; 15; 16]: создание стоимости и реализация процессов производства и управления происходят путём цифровизации и интеграции всех вертикальных и горизонтальных связей (проектирование товаров и услуг, закупки, производство, продажи, обслуживание); цифровизация товаров и услуг; формирование цифровых бизнес-моделей и связей с клиентами и т.д.

Цифровые товары и услуги – это продукты, обладающие уникальными характеристиками, которые реализуются в электронной среде. С помощью цифрового продукта можно расширить спектр товаров или услуг.

Цифровые бизнес-модели реализуют персонализированное обслуживание всех процессов, используя интегрированные цифровые платформы. Использование цифровых бизнес-моделей позволяет увеличить доходы организаций и эффективность взаимодействия с клиентом.

Цифровые технологии, реализуемые в рамках концепции «Индустрия 4.0» [5; 7; 12; 13; 14; 17]: технологии определения местонахождения; облачные сервисы; усовершенствованные интерфейсы взаимодействия между человеком и компьютером; интеллектуальные 3D-печать датчики; мобильные устройства «Интернет вещей»; анализ информационных массивов данных; постоянная связь с клиентом; переносимые современные гаджеты и т.д.

Как отмечается в ряде исследований, можно выделить следующие эффекты от применения цифровых технологий на предприятиях промышленного типа [3; 4; 9; 8; 11; 14]: повышение производительности труда; сведение к минимуму производственных затрат; оптимизация всех запасов в организации; достижение нового уровня качества и эффективности потребления ресурсов; труд персонала организации становится более престижным; возможность производства единичных партий изделий с выгодами серийного и массового производства; создание предпосылок для повышения инновационного потенциала организации в целом; повышение надежности защиты информации; внедрение цифровых продуктов и услуг позволит значительно увеличить добавленную стоимость.

Стоит отметить, что определяющую роль при адаптации предприятий промышленного типа имеет наличие цифровых компетенций у кадрового состава.

Цифровая трансформация предприятий промышленного типа реализуется в несколько этапов:

Этап 1. Оценка уровня цифровой зрелости организации

На этом этапе осуществляется диагностика текущего состояния организации в контексте определения уровня цифровой зрелости. Определяется индекс готовности к концепции «Индустрия 4.0», оценивается инновационный потенциал организации, проводится анализ цифровой инфраструктуры (наличие систем ERP, MES, PLM и т.д.), изучаются компетенции персонала в области работы с цифровыми технологиями.

Этап 2. *Определение стратегии адаптации предприятия*

На втором тапе необходимо учитывать инновационный потенциал и уровень цифрового развития предприятия промышленного типа, брать во внимание корпоративную стратегию организации; цели развития и т.д.

Этап 3. *Формирование ряда пилотных проектов адаптации*

На данном этапе формируется ряд пилотных проектов, которые определяли бы допустимые варианты адаптации производственных участков (функциональных зон) промышленного предприятия: интеграция интернета вещей в производственные линии; внедрение цифровых моделей производства; автоматизация логистики, транспортных и складских операций и т. д.

Этап 4. *Определение необходимых ресурсов*

На этом этапе определяются: необходимые основные ресурсы; выбор и внедрение цифровых бизнес-моделей, а также новых технологий; график закупки оборудования с возможностью интеграции в единую сеть; оптимизация производственных процессов в организации; формирование требований к кадровому составу и знаниям специалистов, а также план набора таких сотрудников и т.д.

Этап 5. *Создание кросс-функциональной команды, трансформация организационной структуры управления предприятия*

Кросс-функциональная команда состоит из специалистов, имеющих компетенции в сферах разработки продуктов, закупок, производства, маркетинга, продаж, цифровых технологий.

Этап 6. *Цифровая трансформация предприятия промышленного типа*

На этом этапе необходимо учитывать ряд требований и условий [1; 2; 6; 15]: использование экосистемного подхода (сущность данного подхода заключается в формировании стратегии комплексного управления земельными, водными и другими ресурсами, которая позволяет их сохранить и потреблять в оптимальном объёме); разработка комплексных решений на базе товаров и услуг для своих клиентов; организация партнёрских отношений с предприятиями, имеющих опыт применения цифровых технологий, а также с поставщиками и разработчиками инновационных проектов; обучение персонала всех уровней; использование имеющихся цифровых платформ, а также подключение к внешним платформам для анализа данных и совместной работы и т.д.

Перечень возможных действий на обозначенном этапе:

- интеграция всех систем организации в ERP, все имеющиеся цифровые платформы трансформируются в одну систему – формирование единой базы данных;
- формализация процессов на основе применения цифровых двойников – обеспечение контроля и достоверности на всех уровнях;
- бизнес-приложения промышленной организации, отражающие основные бизнес-процессы, объединяются в единую сеть, а также происходит интегрирование информации датчиков (интернет вещей) с MES – отражение данных в режиме реального времени;
- применение инструментов Big Data для подготовки аналитических данных, а также определения критических процессов – поддержка принятия решений на основе актуальных данных;
- прогнозирование отказов оборудования и спроса – снижение простоев и оптимизация производства;
- внедрение систем самоуправления и адаптации – автоматизация ключевых решений;

- формирование актуальной цифровой модели предприятия – доступность любых данных в реальном масштабе времени;
- достижение возможности моделирования будущих сценариев и выбора наиболее вероятных из них – прогнозирование будущей цифровой модели.

Заключение

На основании проведенного исследования авторами сформулированы следующие выводы, обобщающие полученные результаты.

Разработан подход по цифровой трансформации предприятий промышленного типа к условиям концепции «Индустрия 4.0», включающий описание необходимых процедур по этапам реализации. Определены основные характеристики, а также цифровые технологии, присущие концепции «Индустрия 4.0». Приведены эффекты от внедрения цифровых технологий на промышленных предприятиях. Разработана процедура реализации цифровой трансформации предприятия промышленного типа.

Статья поступила в редакцию 16.10.2024.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдикеев Н. М., Кожевина О. В. Оценка готовности российских промышленных предприятий к цифровой интеграции в новых экономических условиях // Мир новой экономики. 2022. Т. 16. № 4. С. 45–53.
2. Акбердина В. В., Пьянкова С. Г. Методологические аспекты цифровой трансформации промышленности // Научные труды Вольного экономического общества России. 2021. Т. 227. № 1. С. 292–313.
3. Афанасьев А. А. Индустрия 4.0: к вопросу о перспективах цифровой трансформации промышленности в России // Вопросы инновационной экономики. 2023. Т. 13. № 3. С. 1427–1446.
4. Вертакова Ю. В., Положенцева Ю. С., Масленникова В. В. Трансформация промышленности в условиях цифровизации экономики: тренды и особенности реализации // Экономика и управление. 2021. Т. 27. № 7 (189). С. 491–503.
5. Галимова М. П. Готовность российских предприятий к цифровой трансформации: организационные драйверы и барьеры // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2019. № 1. С. 27–37.
6. Гудкова О. Е. Тренды Индустрии 4.0 и их влияние на эволюцию бизнес-моделей промышленного предприятия // Russian economic bulletin. 2022. Т. 5. № 6. С. 272–278.
7. Желтенков А. В., Рябиченко С. А., Жураховская И. М. Исследование систем управления. М.: МГОУ, 2011. 166 с.
8. Желтенков А. В. Самоорганизующаяся система управления промышленной организацией (Теория и методология создания): дис. ... докт. экон. наук. М., 2002. 389 с.
9. Идрисов А. Э. Эволюция моделей и инструментов цифровой трансформации в промышленности // Управление устойчивым развитием. 2022. № 6 (43). С. 17–24.
10. Кокуйцева Т. В., Овчинникова О. П. Методические подходы к оценке эффективности цифровой трансформации предприятий высокотехнологичных отраслей промышленности // Креативная экономика. 2021. Т. 15. № 6. С. 2413–2430.
11. Лютягин Д. В., Зюков В. А. Цифровизация производственных процессов в рамках концепции «Индустрия 4.0» // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2021. Т. 11. № 9А. С. 235–247.
12. Майорова К. С., Балашова Е. С. Цифровой переход промышленных предприятий в «smart» экосистему // Экономика промышленности. 2021. Т. 14. № 4. С. 433–444.

13. Сердюков Р. Д. Роль и место цифровых платформ в развитии промышленных предприятий: экосистемный подход // Естественно-гуманитарные исследования. 2021. № 37 (5). С. 249–255.
14. Трачук А. В., Линдер Н. В. Влияние технологий индустрии 4.0 на повышение производительности и трансформацию инновационного поведения промышленных компаний // Стратегические решения и рискменеджмент. 2020. Т. 11. № 2. С. 132–149.
15. Хоменко Е. Б., Ватутина Л. А., Злобина Е. Ю. Современные тенденции цифровой трансформации промышленных предприятий // Вестник Удмуртского университета. Серия: Экономика и право. 2022. Т. 32. № 4. С. 676–682.
16. Цифровое предприятие: трансформация в новую реальность / В. И. Ананьин, К. В. Зимин, М. И. Лугачев, Р. Д. Гимранов, К. Г. Скрипкин // Бизнесинформатика. 2018. № 2 (44). С. 45–54.
17. Almeida F. L., Santos J. D., Monteiro J. A. A Survey of Innovation Performance Models and Metrics // Journal of Applied Economic Sciences. 2017. Vol. 12. No. 6. P. 1732–1750.

REFERENCES

1. Abdikeev N. M., Kozhevina O. V. [Assessment of the Readiness of Russian Industrial Enterprises for Digital Integration in New Economic Conditions]. In: *Mir novoi ekonomiki* [The World of the New Economy], 2022, vol. 16, no. 4, pp. 45–53.
2. Akberdina V. V., Pyankova S. G. [Methodological Aspects of Digital Transformation of Industry]. In: *Nauchnye trudy Vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii* [Scientific Papers of the Free Economic Society of Russia], 2021, vol. 227, no. 1, pp. 292–313.
3. Afanasyev A. A. [Industry 4.0: on the Prospects of Digital Transformation of Industry in Russia]. In: *Voprosy innovatsionnoi ekonomiki* [Issues of Innovative Economics], 2023, vol. 13, no. 3, pp. 1427–1446.
4. Vertakova Yu. V., Polozhentseva Yu. S., Maslennikova V. V. [Transformation of Industry in the Context of Digitalization of the Economy: Trends and Implementation Features]. In: *Ekonomika i upravlenie* [Economics and Management], 2021, vol. 27, no. 7 (189), pp. 491–503.
5. Galimova M. P. [Readiness of Russian Enterprises for Digital Transformation: Organizational Drivers and Barriers]. In: *Vestnik UGNTU. Nauka, obrazovanie, ekonomika. Seriya: Ekonomika* [Bulletin of the Ufa State Petroleum Technical University USSTU. Science, Education, Economics. Series: Economics], 2019, no. 1, pp. 27–37.
6. Gudkova O. E. [Trends in Industry 4.0 and their Impact on Global Business]. In: *Russian economic bulletin* [Russian Economic Bulletin], 2022, vol. 5, no. 6, pp. 272–278.
7. Zheltenkov A. V., Ryabichenko S. A., Zhurakhovskaya I. M. *Issledovanie sistem upravleniia* [Research of Control Systems]. Moscow: MRSU Ed. off. Publ., 2011. 166 p.
8. Zheltenkov A. V. *Samoorganizuiushchiasia sistema upravleniia promyshlennoi organizatsiei (Teoriia i metodologiia sozdaniia): dis. ... dokt. ekon. nauk* [Self-Organizing Management System of an Industrial Organization (Theory and Methodology of Creation): Dr. Sci. thesis in Economic sciences]. Moscow, 2002. 389 p.
9. Idrisov A. E. [Evolution of Models and Tools of Digital Transformation in Industry]. In: *Upravlenie ustoiichivym razvitiem* [Management of Sustainable Development], 2022, no. 6 (43), pp. 17–24.
10. Kokuitseva T. V., Ovchinnikova O. P. [Methodological Approaches to Assessing the Effectiveness of Digital Transformation of Enterprises in High-Tech Industries]. In: *Kreativnaia ekonomika* [Creative Economy], 2021, vol. 15, no. 6, pp. 2413–2430.
11. Lyutyagin D. V., Zyukov V. A. [Digitalization of Production Processes within the Framework of the Concept “Industry 4.0”]. In: *Ekonomika: vchera, segodnia, zavtra* [Economics: Yesterday, Today, Tomorrow], 2021, vol. 11, no. 9A, pp. 235–247.

12. Mayorova K. S., Balashova E. S. [In the Digital Transition of Industrial Enterprises to the “Smart” Ecosystem]. In: *Ekonomika promyshlennosti* [Industrial Economics], 2021, vol. 14, no. 4, pp. 433–444.
13. Serdyukov R. D. [The Role and Place of Digital Platforms in the Development of Industrial Enterprises: Ecosystem Approach]. In: *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniia* [Natural Sciences and Humanities Research], 2021, no. 37 (5), pp. 249–255.
14. Trachuk A. V., Linder N. V. [The Impact of Industry 4.0 Technologies on Productivity Improvement and Transformation of Innovative Behavior of Industrial Companies]. In: *Strategicheskie resheniia i riskmenedzhment* [Strategic Decisions and Risk Management], 2020, vol. 11, no. 2, pp. 132–149.
15. Khomenko E. B., Vatutina L. A., Zlobina E. Y. [Modern Trends in the Digital Transformation of Industrial Enterprises]. In: *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya: Ekonomika i pravo* [Bulletin of the Udmurt University. Series: Economics and Law], 2022, vol. 32, no. 4, pp. 676–682.
16. Ananyin V. I., Zimin K. V., Lugachev M. I., Gimranov R. D., Skripkin K. G. [Digital Enterprise: Transformation into a New Reality]. In: *Biznesinformatika* [Businessinformatics], 2018, no. 2 (44), pp. 45–54.
17. Almeida F. L., Santos H. D., Monteiro H. A. Review of Models and Indicators of Innovation Efficiency. In: *Journal of Applied Economic Sciences*, 2017, vol. 12, no. 6, pp. 1732–1750.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Желтенков Александр Владимирович – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры государственных закупок, менеджмента и государственного управления Государственного университета просвещения;
e-mail: al-jel@mail.ru

Сертасова Оксана Владимировна – начальник управления планирования и контроля за медицинской деятельностью Министерства здравоохранения Московской области;
e-mail: oksertakova@yandex.ru

Васильева Ирина Анатольевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и управления Московского международного университета;
e-mail: vasilieva68@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alexander V. Zheltenkov – Dr. Sci. (Economics), Prof., Public Procurement, Management and Public Administration Department, Federal State University of Education;
e-mail: al-jel@mail.ru

Oksana V. Sertakova – Head, Planning and Control of Medical Activities Department, Ministry of Health of the Moscow Region;
e-mail: oksertakova@yandex.ru

Irina A. Vasilieva – Cand. Sci. (Economics), Assoc. Prof., Economics and Management Department, Moscow International University;
e-mail: vasilieva68@mail.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Желтенков А. В., Сертакова О. В., Васильева И. А. Инновационные подходы цифровой трансформации промышленных предприятий // Вестник Государственного университета просвещения. Серия: Экономика. 2025. № 1. С. 61–68.

DOI: 10.18384/2949-5024-2025-1-61-68

FOR CITATION

Zheltenkov A. V., Sertakova O. V., Vasilyeva I. A. Innovative approaches to digital transformation of industrial enterprises. In: *Bulletin of Federal State University of Education. Series: Economics*, 2025, no. 1, pp. 61–68.

DOI: 10.18384/2949-5024-2025-1-61-68