

# TECHNICAL SOLUTIONS FOR OPTIMIZING PRODUCTION PROCESSES IN INDUSTRIAL ENTERPRISES USING DIGITAL TECHNOLOGIES

Умарова Дилфуза Сатволдиевна

Андижанский государственный технический институт,

старший преподаватель,

ORCID: 0000-0002-7494-0332; E-mail tex\_umarova@mail.ru

## Abstract

The article explores the scientific, theoretical, and practical aspects of optimizing production processes at industrial enterprises through the application of digital technologies. The subject of the research is production management processes under conditions of industrial digital transformation, while the focus is on substantiating technical solutions aimed at improving the efficiency of production systems. The purpose of the study is to identify key problems inherent in traditional production management models, including equipment downtime, insufficient coordination of production operations, and inefficient resource utilization, as well as to determine ways to address these issues through digital technologies. The relevance of the research is driven by increasing requirements for competitiveness, sustainability, and performance of industrial production. The methodological framework is based on systems and comparative approaches, along with analytical interpretation of modern industrial digitalization concepts. The study shows that the implementation of digital technologies leads to increased labor productivity, reduced technological downtime, and optimization of production cost structures. The results can be used to improve management systems at industrial enterprises and to develop programs for phased digital modernization. The conclusions confirm the feasibility of comprehensive implementation of digital solutions, taking into account the technical and organizational characteristics of enterprises.

**Keywords:** Digital technologies; industrial production; production processes; production management; production efficiency; cost optimization; automated control systems.

## Introduction

### ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития промышленного производства характеризуется усложнением технологических процессов и повышением требований к эффективности управления ими. Усиление конкурентной среды, рост стоимости ресурсов и необходимость обеспечения устойчивости производственных систем обуславливают переход от традиционных методов организации производства к более гибким и



адаптивным моделям управления. В этих условиях цифровые технологии рассматриваются не как вспомогательный элемент, а как системный инструмент трансформации производственных процессов и повышения результативности деятельности промышленных предприятий (Vorovkov et al., 2019).

Цифровая трансформация промышленности представляет собой совокупность взаимосвязанных изменений, направленных на внедрение информационных, вычислительных и интеллектуальных технологий в процессы планирования, управления и контроля производства. В отличие от классических управленческих подходов, цифровые решения обеспечивают формирование единого информационного пространства предприятия, непрерывный сбор и обработку производственных данных, а также поддержку управленческих решений на основе аналитических моделей. Это создаёт предпосылки для повышения управляемости производственных процессов и снижения технологических и организационных рисков (Kozlov & Morozov, 2020).

В научных исследованиях последних лет значительное внимание уделяется вопросам внедрения автоматизированных систем управления, цифровых платформ и инструментов аналитической обработки данных. Ряд работ показывает, что использование цифровых моделей и виртуальных прототипов способствует повышению согласованности производственных операций и адаптивности производственных систем к изменяющимся условиям функционирования (Vorovkov et al., 2019). В исследованиях, посвящённых развитию концепции Индустрии 4.0, подчёркивается роль цифровизации как основы формирования гибких производственных структур, ориентированных на рост производительности и повышение качества продукции (Babkin & Chistyakova, 2018). При этом цифровая трансформация промышленности рассматривается также как важный фактор формирования нового технологического уклада и обеспечения долгосрочного промышленного развития (Glazyev, 2018).

Несмотря на широкий круг научных публикаций, анализ современной литературы свидетельствует о том, что вопросы комплексного обоснования технических решений оптимизации производственных процессов с учётом отраслевых особенностей и уровня цифровой зрелости предприятий остаются недостаточно систематизированными. В ряде случаев цифровые технологии внедряются фрагментарно, без формирования целостной системы управления производственными процессами, что снижает ожидаемый эффект от цифровизации. Данная проблема особенно актуальна для промышленных предприятий Республики Узбекистан, где уровень технической и информационной инфраструктуры, а также кадрового обеспечения существенно варьируется в зависимости от отрасли и масштаба предприятия (Umarova, 2024).

В связи с этим целью настоящего исследования является аналитическое обоснование технических решений оптимизации производственных процессов промышленных предприятий на основе применения цифровых технологий, а также определение направлений их практического использования с учётом современных условий промышленного развития и уровня цифровой зрелости предприятий.



## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методологическая основа исследования ориентирована на комплексное рассмотрение процессов управления производственной деятельностью промышленных предприятий в условиях цифровой трансформации. Производственные процессы анализируются как взаимосвязанная система технологических, организационных и информационных элементов, функционирование которой определяется уровнем применения цифровых и управленческих решений. Такой подход позволил обеспечить целостную интерпретацию влияния цифровых технологий на эффективность производственных систем.

Исследование носит теоретико-аналитический характер и основано на систематизации и критическом анализе современных научных публикаций, посвящённых вопросам цифровизации промышленности, внедрения автоматизированных систем управления и оптимизации производственных процессов. В качестве информационной базы использовались результаты исследований отечественных и зарубежных авторов, отражающие различные аспекты цифровой трансформации производства, включая цифровой мониторинг оборудования, обработку производственных данных и интеграцию информационных потоков на уровне предприятия.

Оценка технических решений оптимизации производственных процессов осуществлялась с позиции их функциональных возможностей, степени интеграции в существующую производственную и информационную инфраструктуру, а также их влияния на ключевые показатели эффективности деятельности промышленных предприятий. В качестве основных параметров анализа рассматривались производительность труда, уровень загрузки оборудования, продолжительность производственных простоев, структура производственных издержек и показатели качества выпускаемой продукции.

Анализ проводился на основе сопоставления традиционных и цифровых подходов к управлению производственными процессами, что позволило выявить характерные изменения в динамике показателей эффективности при внедрении цифровых технологий. Интерпретация полученных результатов осуществлялась с учётом отраслевых особенностей промышленных предприятий и уровня их цифровой зрелости, что обеспечило обоснованность выводов и их практическую направленность.

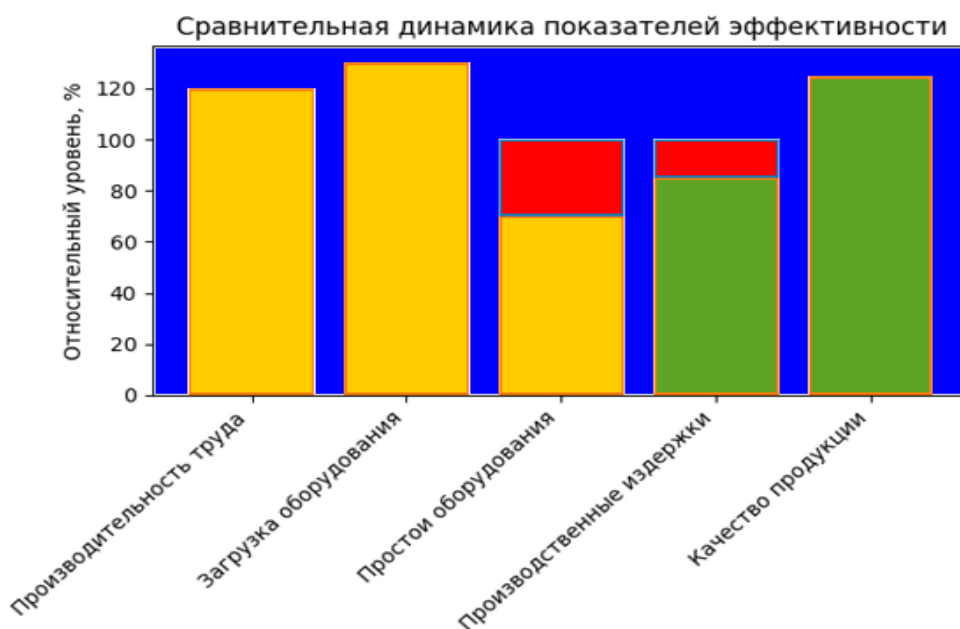
## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты проведённого теоретико-аналитического исследования свидетельствуют о том, что внедрение цифровых технологий оказывает комплексное влияние на показатели, характеризующие эффективность функционирования производственных процессов промышленных предприятий. В качестве ключевых индикаторов эффективности были рассмотрены производительность труда, уровень загрузки оборудования, продолжительность производственных простоев, структура производственных издержек и качество выпускаемой продукции. Выбор данных показателей обусловлен их информативностью и широким применением при оценке результативности управления производством.



Сопоставление традиционных и цифровых подходов к управлению производственными процессами позволяет выявить устойчивую положительную динамику при использовании цифровых решений. Данная динамика носит системный характер и проявляется не только в отдельных технологических операциях, но и на уровне организации производственного цикла в целом.

Как показано на рисунке 1, применение цифровых инструментов управления способствует росту производительности труда. Это связано с повышением согласованности производственных операций, сокращением временных потерь и оптимизацией взаимодействия между структурными подразделениями предприятия. Существенную роль в этом процессе играет автоматизация сбора и обработки производственной информации, обеспечивающая своевременное получение данных для принятия управленческих решений.



**Рисунок 1. Сравнительная динамика показателей эффективности производственных процессов**

Анализ уровня загрузки оборудования показывает его увеличение за счёт более точного планирования производственных циклов и рационального распределения производственных мощностей. Использование цифровых технологий создаёт условия для перехода от реактивного управления к про активному, основанному на прогнозировании и предварительной оценке возможных отклонений в работе оборудования.

Снижение продолжительности простоев оборудования свидетельствует о повышении надёжности функционирования производственных систем. Внедрение цифровых средств мониторинга и аналитической обработки данных позволяет оперативно выявлять отклонения в работе оборудования и своевременно корректировать параметры технологических процессов. Это, в свою очередь, способствует стабилизации производственных режимов и снижению вероятности аварийных остановок.

Отдельного внимания заслуживает анализ изменений в структуре производственных издержек. Полученные результаты показывают, что цифровизация управления способствует их оптимизации за счёт более эффективного использования материальных, энергетических и трудовых ресурсов. Повышение прозрачности производственных процессов позволяет выявлять неэффективные участки и формировать обоснованные управленческие решения, направленные на снижение затрат.

Повышение качества выпускаемой продукции является следствием роста управляемости технологических процессов и уменьшения влияния субъективных факторов. Цифровые технологии в данном контексте выступают стабилизирующим элементом, обеспечивающим соблюдение заданных технологических параметров на всех этапах производственного цикла.

Логическая схема применения цифровых технологий в оптимизации производственных процессов, представленная на рисунке 2, отражает последовательность формирования управленческого эффекта.

Поэтапное преобразование данных от уровня оборудования к уровню аналитической обработки и принятия управленческих решений демонстрирует взаимосвязанность технологических и управленческих компонентов цифровой трансформации.

Анализ данной схемы позволяет сделать вывод о том, что эффективность цифровых решений определяется не только их техническими характеристиками, но и степенью их интеграции в систему управления предприятием.



**Рисунок 2. Логическая схема применения цифровых технологий в оптимизации производственных процессов промышленных предприятий**

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Проведённый теоретико-аналитический анализ позволяет обосновать положение о том, что цифровые технологии в современных условиях играют определяющую роль в повышении результативности управления производственными процессами промышленных предприятий. Их применение приводит к трансформации организационно-управленческих подходов за счёт перехода от разрозненных и жёстко регламентированных схем управления к более адаптивным моделям, основанным на интеграции, обработке и интерпретации производственной информации.

Полученные результаты показывают, что наибольшая эффективность оптимизации достигается при согласованном использовании автоматизированных систем управления производством, технологий промышленного интернета вещей, аналитических инструментов обработки данных и интеллектуальных средств поддержки управленческих решений. Совместное применение указанных компонентов обеспечивает сокращение времени технологических простоев, повышение обоснованности планирования производственных операций, рационализацию структуры издержек и рост производительности труда, а также способствует стабилизации параметров качества выпускаемой продукции.

Установлено, что результативность цифровой трансформации определяется не только выбором применяемых технологий, но и уровнем цифровой зрелости предприятия, состоянием его технической и информационной инфраструктуры, а также кадровым обеспечением. В этой связи целесообразным является поэтапный характер внедрения цифровых решений, предусматривающий обеспечение совместимости автоматизированных систем управления с корпоративными информационными платформами, последовательное развитие цифровой инфраструктуры и адаптацию технологий к отраслевым и технологическим особенностям функционирования предприятий.

В практическом аспекте реализация сформулированных выводов и предложений создаёт условия для более эффективного использования производственных ресурсов, повышения устойчивости производственных систем и укрепления конкурентных позиций промышленных предприятий. Полученные результаты могут быть использованы при разработке стратегий цифрового развития и программ модернизации производства, а также служить основой для дальнейших научных исследований, направленных на изучение процессов цифровой трансформации промышленности.

## Использованная литература

1. Babkin, A. V., & Chistyakova, O. V. (2018). Industry 4.0 as a factor of increasing industrial competitiveness. *St. Petersburg Polytechnic University Journal: Economics*, 2, 9–17.
2. Borovkov, A. I., Ryabov, Y. A., & Marchenko, A. A. (2019). Digital twins in industry: Concepts, technologies and applications. *Innovatsii*, 4, 3–10.
3. Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., & Rosenberg, M. (2014). How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry

- 4.0 perspective. *International Journal of Innovation Management*, 18(2), 1440009. <https://doi.org/10.1142/S136391961440009X>
4. Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210, 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>
  5. Glazyev, S. Y. (2018). Digital economy and new opportunities for industrial development. *Economic Sciences*, 1, 5–13.
  6. Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design principles for Industry 4.0 scenarios. In *Proceedings of the 49th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 3928–3937). <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>
  7. Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative Industry 4.0*. Munich: Acatech.
  8. Kozlov, A. V., & Morozov, V. P. (2020). Digital transformation of industrial enterprises: Essence and main directions. *Economics and Management*, 6, 45–52.
  9. Kulikov, A. N., & Frolov, D. V. (2019). Application of big data analytics for optimizing production processes. *Bauman Moscow State Technical University Journal: Mechanical Engineering*, 5, 102–111.
  10. Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239–242. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
  11. Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2015). How smart, connected products are transforming companies. *Harvard Business Review*, 93(10), 96–114.
  12. Ryabov, Y. A., & Seleznev, K. V. (2020). Intelligent production management systems in the context of digitalization. *Avtomatizatsiya v Promyshlennosti*, 3, 18–24.
  13. Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. New York: Crown Business.
  14. Tao, F., Qi, Q., Liu, A., & Kusiak, A. (2018). Digital twins and cyber–physical systems toward smart manufacturing. *Journal of Manufacturing Systems*, 48, 157–169. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2018.06.003>
  15. Umarova, D. S. (2024). Digital transformation of industrial enterprises in Uzbekistan. *Journal of Industrial Development*, 2(1), 33–41.
  16. Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941–2962. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>
  17. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. New York: W. W. Norton & Company.
  18. Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). Artificial intelligence for the real world. *Harvard Business Review*, 96(1), 108–116.
  19. Fitzgerald, M., Kruschwitz, N., Bonnet, D., & Welch, M. (2014). Embracing digital technology: A new strategic imperative. *MIT Sloan Management Review*, 55(2), 1–12.
  20. Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Sharma, R. (2018). Analysis of the driving and dependence power of barriers to Industry 4.0 adoption. *Computers in Industry*, 101, 107–119. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.06.004>



21. Moeuf, A., Pellerin, R., Lamouri, S., Tamayo-Giraldo, S., & Barbaray, R. (2018). The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(3), 1118–1136. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1372647>
22. Pereira, A. C., & Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 13, 1206–1214. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.032>
23. Russmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). *Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries*. Boston: BCG.
24. Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018). Industry 4.0 – A glimpse. *Procedia Manufacturing*, 20, 233–238. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.034>
25. Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). *Leading digital: Turning technology into business transformation*. Boston: Harvard Business Review Press.
26. Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent manufacturing in the context of Industry 4.0. *Engineering*, 3(5), 616–630. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2017.05.015>

