

ABSTRACT AND REFERENCES

TRANSFER OF TECHNOLOGIES: INDUSTRY, ENERGY, NANOTECHNOLOGY

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.365620

DETERMINING THE IMPACT OF DIGITAL TRANSFORMATION ON THE ECONOMIC EFFICIENCY OF DAIRY FARMS (USING THE EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN) (p. 6–14)**Lyailya Akhmetova**Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University,
Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3460-8634>**Madina Bazhigaliyeva**Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University,
Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6987-4327>**Gulzhan Zhakenova**Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University,
Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7677-2494>**Anvar Tulaganov**L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Astana, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4169-8911>**Almira Saktayeva**Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University,
Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9538-4494>**Dinara Mamyrbekova**Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University,
Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2302-0190>**Alma Baiguzhinova**Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University,
Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3414-2213>**Zhanar Baigireyeva**Esil University, Astana, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2511-2549>**Assel Apysheva**Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University,
Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0798-1078>

The object of the study is the economic efficiency of dairy farms in the context of digital transformation in a developing country (using the example of the Republic of Kazakhstan). The problem of quantifying the impact of digital investments on the productivity and costs of dairy farms has been solved, taking into account the heterogeneity of effects on the size of enterprises.

The results are obtained:

– the data of 98 dairy farms in Republic of Kazakhstan was analyzed: the average milk yield per cow was 4,815 kg/year, the average level of digital investment was 375.77 USD per cow;

– regression analysis revealed that an increase in digital investments by 1 USD per cow leads to an increase in milk yield by 0.42 kg per cow per year, a decrease in the cost of 1 kg of milk by 0.02 USD, and an increase in profit by 12.44 USD per cow per year;

– the heterogeneity of the effects was revealed: the maximum return on digitalization was recorded on medium-sized farms (the

impact factor on milk yield was 237.8 kg per 1% of investment growth;

– a 1% increase in digital investments is accompanied by a decrease in the carbon intensity of milk by 0.11 kg CO₂e/kg, with the greatest effect on medium-sized farms.

The results obtained are explained by the fact that in Republic of Kazakhstan, it is medium-sized farms that have optimal production flexibility compared to large enterprises and access to digital solutions compared to small enterprises.

The features of the results obtained are that they show, based on empirical data from Kazakhstani farms, a heterogeneity of returns from digital transformation depending on the size of the enterprise, which differs from the patterns observed in other countries.

The practical significance of this study lies in the possibility of using its results to develop investment solutions.

Keywords: digital transformation, dairy farms, digital investments, economic efficiency, Republic of Kazakhstan.

References

1. Yu, Z., Liu, H., Peng, H., Dong, X. (2025). Digital transformation and farm economic performance: Evidence from Chinese dairy farms. *Smart Agricultural Technology*, 12, 101346. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.101346>
2. Wójcicki, K., Młody, M., Sajdak, M. (2025). Opportunities and barriers in the digital transformation of dairy industry and its impact on sustainable production management. *Economics and Environment*, 94 (3), 1081. <https://doi.org/10.34659/eis.2025.94.3.1081>
3. Eastwood, C. R., Chapman, D. F., Paine, M. S. (2012). Networks of practice for co-construction of agricultural decision support systems: Case studies of precision dairy farms in Australia. *Agricultural Systems*, 108, 10–18. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2011.12.005>
4. Dela Rue, B. T., Eastwood, C. R., Edwards, J. P., Cuthbert, S. (2019). New Zealand dairy farmers preference investments in automation technology over decision-support technology. *Animal Production Science*, 60 (1), 133–137. <https://doi.org/10.1071/an18566>
5. Hassoun, A., Garcia-Garcia, G., Trollman, H., Jagtap, S., Parra-López, C., Cropotova, J. et al. (2023). Birth of dairy 4.0: Opportunities and challenges in adoption of fourth industrial revolution technologies in the production of milk and its derivatives. *Current Research in Food Science*, 7, 100535. <https://doi.org/10.1016/j.crf.2023.100535>
6. Altybayev, A., Rakhimzhanov, A., Zhanbyrbayev, A., Issayeva, Z., Bekmukhamedov, B. (2025). The State and Prospects of Digital Transformation in the Agricultural Sectors. *Agricultural Engineering*, 29 (1), 287–309. <https://doi.org/10.2478/agriceng-2025-0017>
7. Matvieiev, M., Getya, A., Nehrey, M., Yakubets, T., Ruban, S., Nazarko, O. et al. (2025). Optimisation of dairy farming in Ukraine: integrating modern information technologies for genetic improvement and sustainable herd management. *Agronomy Research*, 23 (1), 435–447. doi: <https://doi.org/10.15159/AR.25.010>
8. Balaine, L., Dillon, E. J., Läpple, D., Lynch, J. (2020). Can technology help achieve sustainable intensification? Evidence from milk recording on Irish dairy farms. *Land Use Policy*, 92, 104437. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104437>
9. Carillo, F., Abeni, F. (2020). An Estimate of the Effects from Precision Livestock Farming on a Productivity Index at Farm Level. Some Evidences from a Dairy Farms' Sample of Lombardy. *Animals*, 10 (10), 1781. <https://doi.org/10.3390/ani10101781>
10. Sargani, G. R., Wang, B., Leghari, S. J., Ruan, J. (2025). Is digital transformation the key to agricultural strength? A novel approach to

- productivity and supply chain resilience. *Smart Agricultural Technology*, 10, 100838. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.100838>
11. Kitole, F. A., Mkuna, E., Sesabo, J. K. (2024). Digitalization and agricultural transformation in developing countries: Empirical evidence from Tanzania agriculture sector. *Smart Agricultural Technology*, 7, 100379. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100379>
 12. Neethirajan, S. (2023). Artificial Intelligence and Sensor Technologies in Dairy Livestock Export: Charting a Digital Transformation. *Sensors*, 23 (16), 7045. <https://doi.org/10.3390/s23167045>
 13. McFadden, J., Raff, Z. (2026). Precision dairy farming, robotic milking, and profitability in the United States. *Economic Research Report*, 356, 71. <https://doi.org/10.22004/AG.ECON.388984>
 14. Selvaggi, R., Lusk, J. L., Pappalardo, G. (2025). Eliciting dairy farmers' willingness to pay for digital devices for Precision Livestock Farming. *Journal of Rural Studies*, 119, 103772. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2025.103772>
 15. Espinoza-Sandoval, O. R., Angeles-Hernandez, J. C., Gonzalez-Ronquillo, M., Ghavipanje, N., Zhang, N. et al. (2024). Dairy farming in the era of artificial intelligence: trend or a real game changer? *Journal of Dairy Research*, 91 (2), 139–145. <https://doi.org/10.1017/s0022029924000426>
 16. Bianchi, M. C., Bava, L., Sandrucci, A., Tangorra, F. M., Tamburini, A., Gislon, G., Zucali, M. (2022). Diffusion of precision livestock farming technologies in dairy cattle farms. *Animal*, 16 (11), 100650. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100650>
 17. Tadele, E., Worku, D., Yizaw, D., Muluneh, T., Melese, A. (2025). Precision of dairy farming: navigating challenges and seizing opportunities for sustainable dairy production in Africa. *Frontiers in Animal Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/fanim.2025.1541838>
 18. Uskenov, R., Issabekova, S., Mukhanbetkaliyeva, A., Akibekov, O., Zhagipar, F. (2024). Digital technologies in dairy cattle breeding to improve the reproductive function of cows and heifers: A case study in Northern Kazakhstan. *Veterinary World*, 2385–2397. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2024.2385-2397>
 19. Shi, X., Liu, C. (2025). Smart Farming Technology, Scale Economies and Carbon Efficiency: Evidence from Chinese Dairy Farms. *Agriculture*, 15 (21), 2281. <https://doi.org/10.3390/agriculture15212281>

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.361355

IDENTIFICATION OF IMPACT OF DIGITAL TECHNOLOGIES ON BUSINESS MANAGEMENT SYSTEMS AND REDUCING INNOVATION RISKS IN THE DIGITAL AGE (p. 15–24)

Bibigul Kopbolsyn

Zhangir Khan University, Uralsk, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5665-9718>

Assel Jakupova

Zhangir Khan University, Uralsk, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7962-0285>

Bakytgul Bazarova

Zhangir Khan University, Uralsk, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5197-6001>

Gulnar Talapbayeva

Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5162-6028>

Zhanat Yerniyazova

Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8393-3246>

The object of this study is the innovative activity of enterprises and mechanisms for managing innovation risks in the context of the digital transformation of the economy of the Republic of Kazakhstan.

The problem to be solved is the cost-effectiveness of integrating digital technologies into innovation risk management systems. This paper examines theoretical approaches—to defining innovation activity, broadens its concept, and investigates the impact of digitalization on innovation risk management processes at enterprises. An analysis of the dynamics of the country's gross domestic expenditure, innovation activity indicators, and the international ICT development index was conducted, revealing trends in Republic of Kazakhstan's sustainable digital development.

The study's results demonstrate that digitalization is a driving force for innovation and a tool for improving the effectiveness of innovation risk management. To this end, the costs associated with the development of the digital economy were analyzed, revealing that these expenditures in the Republic of Kazakhstan increased by 63.8% between 2019 and 2024. The study also found that the level of innovation activity at enterprises increased from 10.1% to 14.2%. A key finding of the study is that the implementation of digital solutions reduces losses from innovation risks by 18–34%, while the economic benefits for enterprises, depending on their size, range from 2.16 to 267.2 thousand USD.

Therefore, the scope of application includes enterprises of various sizes that need to improve their financial performance through the development of various innovation risk management systems and the implementation of digital transformation programs.

Keywords: digitalization, innovation, management systems, business, economic, features, financial results.

References

1. Smith, A. (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. The Glasgow Edition of the Works and Correspondence of Adam Smith, Vol. 2: *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, Vol. 1. <https://doi.org/10.1093/oseo/instance.00043218>
2. Senior, N. W. (1850). *Political Economy*. London: John Murray. Available at: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=nyp.33433007253754&seq=29>
3. Knight, F. H. (1921). *Risk, Uncertainty and Profit*. Boston: Houghton Mifflin. Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1496192
4. Marshall, A. (1890). *Principles of Economics*. London: Macmillan. Available at: <https://eet.pixel-online.org/files/etranslation/original/Marshall,%20Principles%20of%20Economics.pdf>
5. Croitoru, A. (2012). Schumpeter, J.A., 1934 (2008), *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle*, New Brunswick (U.S.A) and London (U.K.): Transaction Publishers. *Journal of Comparative Research In Anthropology and Sociology*, 3, 137–148. Available at: https://www.researchgate.net/publication/272398717_Schumpeter_JA_1934_2008_The_Theory_of_Economic_Development_An_Inquiry_into_Profits_Capital_Credit_Interest_and_the_Business_Cycle_New_Brunswick_USA_and_London_UK_Transaction_Publishers
6. Drucker, P. F. (1984). *Innovation and Entrepreneurship: Practice and Principles*. New York: Harper & Row. Available at: <https://rudycr.com/InovBis/Peter%20F.%20Drucker%20-%20Innovation%20and%20Entrepreneurship-1985.pdf>
7. Soete, L., Freeman, C. (2012). *The Economics of Industrial Innovation*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203357637>
8. Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation (2018). *The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
9. Chen, A., Li, L., Shahid, W. (2024). Digital transformation as the driving force for sustainable business performance: A moderated mediation model of market-driven business model innovation and

- digital leadership capabilities. *Heliyon*, 10 (8), e29509. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29509>
10. Wu, H., Wang, Y. (2024). Digital transformation and corporate risk taking: Evidence from China. *Global Finance Journal*, 62, 101012. <https://doi.org/10.1016/j.gfj.2024.101012>
 11. Sarfraz, M., Ivascu, L., Belu, R., Artene, A. (2021). Accentuating the interconnection between business sustainability and organizational performance in the context of the circular economy: The moderating role of organizational competitiveness. *Business Strategy and the Environment*, 30 (4), 2108–2118. <https://doi.org/10.1002/bse.2735>
 12. Measuring digital development. The ICT Development Index 2025. ITU Publications. Available at: https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/ind/D-IND-ICT_MDD-2025-1-PDF-E.pdf
 13. Huang, H., Wang, C., Wang, L., Yarovaya, L. (2023). Corporate digital transformation and idiosyncratic risk: Based on corporate governance perspective. *Emerging Markets Review*, 56, 101045. <https://doi.org/10.1016/j.ememar.2023.101045>
 14. Oficialnye kursy valyut v srednem za period. Available at: <https://nationalbank.kz/ru/news/oficialnye-kursy>
 15. Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan for 2017-2025. Available at: <https://stat.gov.kz/en/>
 16. Kopbolsyn, B., Jakupova, A., Bazarova, B., Ibyzhanova, A., Abdesheva, A., Tyumambayeva, A., Duskaliyev, A. (2025). Identifying opportunities to improve sustainable supply chains through digital transformation of transport and logistics infrastructure. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (13 (137)), 62–71. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.337817>
 17. Ibyzhanova, A., Bogdashkina, I., Jakupova, A., Kopbulsynova, B., Bazarova, B. (2022). Top trends of agriculture in Kazakhstan under transformation of economics. *Industrial, Mechanical and Electrical Engineering*, 2676, 20001. <https://doi.org/10.1063/5.0107512>
 18. Rustenova, E., Ibyzhanova, A., Akhmetzhanova, N., Talapbayeva, G., Yerniyazova, Z., Aidaraliyeva, A. (2025). Strategic modeling of enterprise business processes for successful digital transformation. *Business, Management and Economics Engineering*, 23 (01), 148–163. <https://doi.org/10.3846/bmee.2025.21587>
 19. Dossanova, A., Gabbassova, Z., Tuleugaliyeva, N., Zhangaliyeva, Y., Dzhakupova, A. (2022). Problems and prospects of agricultural development in the West Kazakhstan region. *Industrial, Mechanical and Electrical Engineering*, 2676, 20004. <https://doi.org/10.1063/5.0107469>
 20. OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2023. OECD. Available at: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-science-technology-and-innovation-outlook-2023_0b55736e-en.html
 21. Wang, L., Yan, J. (2023). Effect of digital transformation on innovation performance in China: corporate social responsibility as a moderator. *Frontiers in Environmental Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1215866>
 22. Augustine, A., Chike, N., Chigozie, U., Muhammed, I. (2025). Artificial Intelligence Adoption and Business Performance: Evidence from Small and Medium Enterprises in Emerging Markets. *International Journal of Public Administration and Management Research*, 11, 69–86. Available at: https://www.researchgate.net/publication/391738598_Artificial_Intelligence_Adoption_and_Business_Performance_Evidence_from_Small_and_Medium_Enterprises_in_Emerging_Markets
 23. You, Z., Zhao, S. (2023). Enterprise Digital Transformation and Financial Risk. *Advances in Economics and Management Research*, 4 (1), 114. <https://doi.org/10.56028/aemr.4.1.114.2023>
 24. Ibyzhanova, A., Rustenova, E., Sultanova, Z., Talapbayeva, G., Yerniyazova, Z. (2023). Evaluation of the effectiveness of government support for technology entrepreneurship. *Eastern-European Journal*

of Enterprise Technologies, 5 (13 (125)), 36–46. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.286390>

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.364574

DEVELOPMENT OF A MULTIDIMENSIONAL FRAMEWORK FOR AUDIT EFFICIENCY ENHANCEMENT BASED ON DIGITAL TECHNOLOGIES AND PREDICTIVE DATA ANALYTICS (p. 25–33)

Minura Karimova

Azerbaijan Technological University, Ganja, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7906-9452>

Fazil Karimov

Azerbaijan Technological University, Ganja, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2041-5839>

Matanat Ahmadova

Azerbaijan Technological University, Ganja, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4655-1662>

Xayyam Cavadzada

Azerbaijan State University of Economics Zaqatala Branch,
Zaqatala, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0150-7116>

Aytan Nadirova

Mingachevir State University, Mingachevir, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5879-039X>

Xatira Qurbanova

Azerbaijan Technological University, Ganja, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5259-3947>

Surayya Ismayilova

Baku Eurasian University, Baku, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0183-7873>

The object of study is the modern audit practice against the background of digital transformation of the mechanisms of financial management and supervision in corporate structures. The problem that needed to be addressed is the inefficiency and frequent errors of the traditional audit procedures, based on manual work with large volumes of data and sampling. As a result of the performed study, it can be noted that the usage of information technology and advanced data analytics leads to higher effectiveness by changing the traditional procedure of audit sampling for the continuous monitoring of all audit populations. It appears that systematic analysis and implementation of analytical algorithms increase the quality of assessing risks and identifying anomalies. The results obtained can be explained by the fact that the usage of digital technology eliminates all cognitive restrictions of human beings and allows finding out all anomalies at once. Among the characteristics of the results that helped solve the problem is a formalized multi-model risk minimization framework. Optimization of operations was implemented through synthesizing the functions of regression, clustering (PAM), and Isolation Forest sub-models, regulated by the set of thresholds (τ^*) and optimized weights (ω_m) that minimize classification entropy. Empirical testing of the proposed approach using the real transaction entries database ($n = 12\,450$) showed an increase in effectiveness from the base level of 65% to 88% in the framework. Specific features is associated with the synthesis of various mathematical vectors in the constrained operational pipeline based on limited time resources. Practical applications cover internal and external audit departments of large companies.

Keywords: audit optimization, digital technologies, data analytics, audit efficiency, information systems.

References

1. Brynjolfsson, E., McAfee, A. (2017). The business of artificial intelligence. *Harvard Business Review*. Available at: <https://hbr.org/2017/07/the-business-of-artificial-intelligence>
2. Chen, H., Chiang, R. H. L., Storey, V. C. (2012). Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. *MIS Quarterly*, 36 (4), 1165–1188. <https://doi.org/10.2307/41703503>
3. Sutton, S. G., Holt, M., Arnold, V. (2016). “The reports of my death are greatly exaggerated” – Artificial intelligence research in accounting. *International Journal of Accounting Information Systems*, 22, 60–73. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2016.07.005>
4. Appelbaum, D., Kogan, A., Vasarhelyi, M. A. (2017). Big Data and Analytics in the Modern Audit Engagement: Research Needs. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, 36(4), 1–27. <https://doi.org/10.2308/ajpt-51684>
5. Alles, M., Gray, G. L. (2016). Incorporating big data in audits: Identifying inhibitors and a research agenda to address those inhibitors. *International Journal of Accounting Information Systems*, 22, 44–59. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2016.07.004>
6. Alles, M. G., Kogan, A., Vasarhelyi, M. A. (2008). Putting Continuous Auditing Theory into Practice: Lessons from Two Pilot Implementations. *Journal of Information Systems*, 22 (2), 195–214. <https://doi.org/10.2308/jis.2008.22.2.195>
7. Alles, M., Brennan, G., Kogan, A., Vasarhelyi, M. A. (2006). Continuous monitoring of business process controls: A pilot implementation of a continuous auditing system at Siemens. *International Journal of Accounting Information Systems*, 7 (2), 137–161. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2005.10.004>
8. Kokina, J., Davenport, T. H. (2017). The Emergence of Artificial Intelligence: How Automation is Changing Auditing. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 14 (1), 115–122. <https://doi.org/10.2308/jeta-51730>
9. IAASB. Available at: <https://www.iaasb.org/>
10. ACCA. Available at: <https://www.accaglobal.com>
11. Vasarhelyi, M. A., Kogan, A., Tuttle, B. M. (2015). Big Data in Accounting: An Overview. *Accounting Horizons*, 29 (2), 381–396. <https://doi.org/10.2308/acch-51071>
12. Davenport, T. H., Ronanki, R. (2018). Artificial intelligence for the real world. *Harvard Business Review*. Available at: <https://hbr.org/2018/01/artificial-intelligence-for-the-real-world>
13. Issa, H., Sun, T., Vasarhelyi, M. A. (2016). Research Ideas for Artificial Intelligence in Auditing: The Formalization of Audit and Workforce Supplementation. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 13 (2), 1–20. <https://doi.org/10.2308/jeta-10511>
14. Gepp, A., Linnenluecke, M. K., O’Neill, T. J., Smith, T. (2018). Big data techniques in auditing research and practice: Current trends and future opportunities. *Journal of Accounting Literature*, 40 (1), 102–115. <https://doi.org/10.1016/j.acclit.2017.05.003>
15. Hadzhi, K. M., Vali, G. X., Viladdin, M. A., Cemil, K. I., Ali, Y. S., Fizuli, H. Z., Tahir, P. A. (2024). Marketing strategy as a key factor of innovative products’ market development. *Journal of Law and Sustainable Development*, 12 (7), e3755. <https://doi.org/10.55908/sdgs.v12i7.3755>
16. Mammadov, J., Huseynov, Y., Ahmadova, M., Mammadova, G., Askerov, A. (2025). Developing a marketing strategy for efficient management of the information environment of the technology park. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (13 (135)), 26–34. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.330483>
17. IFAC. Available at: <https://www.ifac.org>
18. Chakraborty, V., Chiu, V., Vasarhelyi, M. (2014). Automatic classification of accounting literature. *International Journal of Accounting Information Systems*, 15(2), 122–148. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2014.01.001>
19. Earley, C. E. (2015). Data analytics in auditing: Opportunities and challenges. *Business Horizons*, 58 (5), 493–500. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2015.05.002>
20. PwC. Available at: <https://www.pwc.com>
21. Deloitte. Available at: <https://www.deloitte.com>
22. OECD. Available at: <https://www.oecd.org>
23. KPMG. Available at: <https://www.kpmg.com>
24. Brown-Liburd, H., Issa, H., Lombardi, D. (2015). Behavioral Implications of Big Data’s Impact on Audit Judgment and Decision Making and Future Research Directions. *Accounting Horizons*, 29 (2), 451–468. <https://doi.org/10.2308/acch-51023>

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.364001

IDENTIFYING DIGITALIZATION’S IMPACT ON HOW ENERGY SECTOR COMPANIES PERFORM ENVIRONMENTALLY AND FINANCIALLY (p. 34–45)

Zhaxat KenzhinKazakh National University of Sports,
Astana, Republic of Kazakhstan
Atyrau University, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6085-8349>**Ali Sabyrzhan**Academy of Public Administration under
the President of the Republic of Kazakhstan,
Astana, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4619-9951>**Dinara Mussabalina**Abai Kazakh National Pedagogical University,
Almaty, Republic of Kazakhstan
META University, Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0216-0780>**Kenzhessulu Kuptleuova**West Kazakhstan Agrarian and Technical University
named after Zhanqir Khan, Uralsk, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9631-2831>**Natalya Lelesh**West Kazakhstan Agrarian and Technical University
named after Zhanqir Khan, Uralsk, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0227-3251>**Aizhan Nurbaeva**L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Astana, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5382-4466>**Andrey Shunko**Kazakh National University of Sports,
Astana, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3041-5501>**Akmaral Zhakypova**Aktobe Regional University named after K. Zhubanov,
Aktobe, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4533-9820>**Arman Maralov**L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Astana, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8569-1588>

The object of the study is energy sector companies in the Republic of Kazakhstan involved in the extraction, transportation, generation, transmission, and distribution of energy resources. The problem addressed is the insufficient understanding of the mechanism through which digitalization affects financial performance, since it remains

unclear whether this effect is direct or transmitted through environmental performance indicators.

The empirical basis of the study is a balanced quarterly panel dataset for 2015–2025, comprising 220 observations across five companies. Fixed-effects models, a dynamic lagged model, panel vector autoregressive models, and impulse response functions were used in the study.

The results show that digitalization has a statistically significant negative effect on carbon intensity in the fixed-effects model ($\beta = -0.2828$; $p < 0.01$), whereas its direct effect on return on assets is not statistically confirmed ($\beta = -0.0035$; $p > 0.10$). Carbon intensity has a significant negative effect on financial performance in both the static fixed-effects model ($\beta = -0.0118$; $p < 0.01$) and the dynamic lagged model ($\beta = -0.00213$; $p < 0.05$). These findings provide indirect empirical support for a possible environmental transmission channel, in which digitalization is associated with a lower environmental burden that may subsequently contribute to financial performance.

The study uses quarterly corporate data, a text-based digitalization indicator, and carbon intensity as a measure of environmental performance, allowing an indirect assessment of a possible environmental transmission mechanism.

The results can be used by energy companies, regulators, and investors when developing digital transformation and decarbonization strategies and making ESG-related investment decisions.

Keywords: carbon intensity, digitalization, fixed effects, energy logistics, the Republic of Kazakhstan.

References

- Nazari, Z., Musilek, P. (2023). Impact of Digital Transformation on the Energy Sector: A Review. *Algorithms*, 16 (4), 211. <https://doi.org/10.3390/a16040211>
- Borowski, P. (2021). Digitization, Digital Twins, Blockchain, and Industry 4.0 as Elements of Management Process in Enterprises in the Energy Sector. *Energies*, 14 (7), 1885. <https://doi.org/10.3390/en14071885>
- Burritt, R., Christ, K. (2016). Industry 4.0 and environmental accounting: a new revolution? *Asian Journal of Sustainability and Social Responsibility*, 1 (1), 23–38. <https://doi.org/10.1186/s41180-016-0007-y>
- Ricci, F., Scafarto, V., Ferri, S., Tron, A. (2020). Value relevance of digitalization: The moderating role of corporate sustainability. An empirical study of Italian listed companies. *Journal of Cleaner Production*, 276, 123282. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123282>
- Şerban, R.-A. (2017). The Impact of Big Data, Sustainability, and Digitalization on Company Performance. *Studies in Business and Economics*, 12 (3), 181–189. <https://doi.org/10.1515/sbe-2017-0045>
- Ahmad, M. U., Murray, J. (2019). Understanding the connect between digitalisation, sustainability and performance of an organisation. *International Journal of Business Excellence*, 17 (1), 83. <https://doi.org/10.1504/ijbex.2019.096909>
- Lastauskaite, A., Vaitiekuniene, R., Kartanaite, I., Staugaitis, A. J., Krusinskas, R. (2026). Environmental-Practices, Digitalization and Financial Performance: Evidence from Industrial Firms in Eastern and Western Europe. *Sustainability*, 18 (6), 3127. <https://doi.org/10.3390/su18063127>
- Ionascu, I., Ionascu, M., Nechita, E., Sacarin, M., Minu, M. (2022). Digital Transformation, Financial Performance and Sustainability: Evidence for European Union Listed Companies. *www.amfiteat-ruconomic.ro*, 24 (59), 94. <https://doi.org/10.24818/ea/2022/59/94>
- Broccardo, L., Truant, E., Dana, L.-P. (2023). The interlink between digitalization, sustainability, and performance: An Italian context. *Journal of Business Research*, 158, 113621. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113621>
- Abou-foul, M., Ruiz-Alba, J. L., Soares, A. (2020). The impact of digitalization and servitization on the financial performance of a firm: an empirical analysis. *Production Planning & Control*, 32 (12), 975–989. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1780508>
- Kurmanov, N., Aliyev, U., Satbayeva, A., Kabdullina, G., Baxultanov, D. (2020). Energy intensity of Kazakhstan's GDP: factors for its decrease in a resource-export developing economy. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10 (5), 447–453. <https://doi.org/10.32479/ijeep.9817>
- Lastauskaite, A., Krusinskas, R. (2024). The Impact of Production Digitalization Investments on European Companies' Financial Performance. *Economies*, 12 (6), 138. <https://doi.org/10.3390/economies12060138>
- Hossain, M. S., Sultana, M. (2024). Digitalization of corporate finance and firm performance: global evidence and analysis. *Journal of Financial Economic Policy*, 16 (4), 501–539. <https://doi.org/10.1108/jfep-04-2023-0109>
- Abakpa, A., Dvoutely, O. (2025). How does digitalization shape the business financial performance: a systematic review. *Future Business Journal*, 11 (1). <https://doi.org/10.1186/s43093-025-00659-8>
- Wen, H., Lee, C.-C., Song, Z. (2021). Digitalization and environment: how does ICT affect enterprise environmental performance? *Environmental Science and Pollution Research*, 28 (39), 54826–54841. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14474-5>
- Diófási-Kovács, O., Nagy, J. (2023). Beyond CO2 emissions – The role of digitalization in multi-dimensional environmental performance measurement. *Environmental and Sustainability Indicators*, 18, 100252. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100252>
- Ren, X., Zeng, G., Sun, X. (2023). The peer effect of digital transformation and corporate environmental performance: Empirical evidence from listed companies in China. *Economic Modelling*, 128, 106515. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2023.106515>
- Haq, I. U., Huo, C. (2023). Digital strategy and environmental performance: the mediating role of digitalization in SMEs. *Digital Economy and Sustainable Development*, 1 (1). <https://doi.org/10.1007/s44265-023-00010-5>
- Cardinali, P. G., De Giovanni, P. (2022). Responsible digitalization through digital technologies and green practices. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 29 (4), 984–995. <https://doi.org/10.1002/csr.2249>
- Zulfiqar, M., Tahir, S. H., Ullah, M. R., Ghafoor, S. (2023). Digitalized world and carbon footprints: does digitalization really matter for sustainable environment? *Environmental Science and Pollution Research*, 30 (38), 88789–88802. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28332-z>
- Chen, X., Despeisse, M., Johansson, B. (2020). Environmental Sustainability of Digitalization in Manufacturing: A Review. *Sustainability*, 12 (24), 10298. <https://doi.org/10.3390/su122410298>
- Eriandani, R., Winarno, W. A. (2023). ESG and firm performance: The role of digitalization. *Journal of Accounting and Investment*, 24 (3), 993–1010. <https://doi.org/10.18196/jai.v24i3.20044>
- Wu, Y., Wang, J., Yang, P. (2024). How supply chain digitalization investment affects firm's financial and non-financial performance: Evidence from listed companies in China. *International Review of Financial Analysis*, 96, 103639. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2024.103639>
- Ukko, J., Nasiri, M., Saunila, M., Rantala, T. (2019). Sustainability strategy as a moderator in the relationship between digital business strategy and financial performance. *Journal of Cleaner Production*, 236, 117626. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117626>
- Duong, H. K., Nguyen, H. C. (2025). The impact of digitalisation on firm value, financial performance, and green initiatives: evidence from Vietnam, an emerging economy. *Journal of Applied Accounting Research*, 27 (1), 110–140. <https://doi.org/10.1108/jaar-01-2025-0015>

26. Morea, D., Iazzolino, G., Giglio, C., Bruni, M. E., Baldissarro, G., Farnelli, E. (2025). The role of digitalization and ESG on financial performance: An empirical analysis on the Energy and Utilities sectors. *Plos One*, 20 (2), e0314078. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0314078>
27. Chwilkowska-Kubala, A., Cyfert, S., Malewska, K., Mierzejewska, K., Szumowski, W. (2021). The Relationships among Social, Environmental, Economic CSR Practices and Digitalization in Polish Energy Companies. *Energies*, 14 (22), 7666. <https://doi.org/10.3390/en14227666>
28. Li, Y., Liu, H., Kim, Y., Lee, H. Y. (2024). Focus on the impact and predictive analysis of digitalization and green finance on the transformation of mineral and energy companies. *Finance Research Letters*, 59, 104777. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104777>
29. Liu, Y., Li, W. (2025). From technological empowerment to green performance: empirical evidence on Digitalization-driven energy conservation and emission reduction in logistics enterprises – a case study of SF holding. *Energy Informatics*, 8 (1). <https://doi.org/10.1186/s42162-025-00570-0>
30. Horvath, A., Papp, A. T., Liptak, K., Molnar, L., Markovics, K. S., Manafi, I., Musinszki, Z. (2022). Decarbonisation and financial performance of energy companies. *Amfiteatru Economic*, 24 (61), 701. <https://doi.org/10.24818/ea/2022/61/70>
31. Ren, Y., Li, B. (2022). Digital Transformation, Green Technology Innovation and Enterprise Financial Performance: Empirical Evidence from the Textual Analysis of the Annual Reports of Listed Renewable Energy Enterprises in China. *Sustainability*, 15 (1), 712. <https://doi.org/10.3390/su15010712>
32. Ren, Y., Li, B., Liang, D. (2023). Impact of digital transformation on renewable energy companies' performance: Evidence from China. *Frontiers in Environmental Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1105686>
33. Kurmanov, N. (2022). Medium and High-Tech Enterprises of Kazakhstan: Factors of Organization and Development of Innovation. *Montenegrin Journal of Economics*, 18 (3), 7–22. <https://doi.org/10.14254/1800-5845/2022.18-3.1>
34. Wang, Y., Ullah, S. (2023). Effects of digitalization on energy security risk: do financial development and environmental trade matter? *Environmental Science and Pollution Research*, 31 (1), 249–261. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-31055-w>
35. Kurmanov, N., Bakirbekova, A., Adiyetova, E., Satbayeva, A., Rakhimbekova, A., Nabiyeva, M. (2025). ICTs' Impact on Energy Consumption and Economic Growth in the Countries of Central Asia: An Empirical Analysis. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 15 (3), 8–16. <https://doi.org/10.32479/ijeep.18779>
36. Józwiak, B., Doğan, M., Gürsoy, S. (2023). The Impact of Renewable Energy Consumption on Environmental Quality in Central European Countries: The Mediating Role of Digitalization and Financial Development. *Energies*, 16 (20), 7041. <https://doi.org/10.3390/en16207041>

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.364237

DESIGNING A TOOLKIT FOR ASSESSING THE FINANCIAL AND INVESTMENT POTENTIAL OF ENTERPRISES FOR THE IMPLEMENTATION OF ENERGY SAVING MEASURES (p. 46–58)

Viktoriia Prokhorova

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2552-2131>

Olexandr Yemelyanov

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1743-1646>

Orest Koleshchuk

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8995-5206>

Svitlana Shepelenko

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3952-2035>

Krystyna Slastianyukova

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7114-5165>

Dmytro Havras

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6241-6618>

This work assesses the financial and investment potential of enterprises for implementing energy-saving measures. The task addressed is to design an effective toolset for such an assessment. This study has made it possible to contribute to solving this task.

Specifically, components in the financial and investment potential of enterprises in implementing energy-saving measures have been identified. Indicators for assessing the specified potential and its components were constructed. It was proposed to carry out such an assessment in several stages using an optimization approach.

The designed toolset was tested on a sample of 105 enterprises belonging to three energy-intensive industries. The financial and investment potential of the studied enterprises in implementing energy-saving measures was assessed. It was established that the main limiting factor of the magnitude of this potential is its financial component. The level of use of this potential by the studied companies was calculated. It was found that this level for enterprises with high energy intensity of production varies by industry from 37.19% to 44.29%. It was found that with increasing energy efficiency, the size of the financial and investment potential of the studied enterprises for their implementation of energy-saving measures decreases but the level of realization of this potential increases.

The proposed toolkit is suitable for use both at the level of individual companies and at the industry level. Its application could allow company managers to more reasonably approach the development of financial and investment strategies for implementing energy-saving measures.

Keywords: financial and investment potential, energy saving at the enterprise, personnel competence, energy-saving project.

References

1. Klymash, N., Bagatska, K., Melnychuk, O., Zhuk, O., Kondratiuk, O., Edeh, F. O. (2026). Determinants of investment potential in the context of ensuring the economic sustainability of enterprises. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2, 167–175. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2026-2/167>
2. Prokhorova, V., Yemelyanov, O., Koleshchuk, O., Mnykh, O., Us, Y. (2024). Development of tools for assessing the impact of logistics communications on investment activities of enterprises in the context of capital movement. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (13 (129)), 34–45. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.304257>
3. Krylovskiy, V. (2024). Increasing the financial potential of investment activity of business entities. *Economics, Entrepreneurship, Management*, 11 (1), 65–76. <https://doi.org/10.56318/eem2024.02.065>
4. Yurkiv, R. (2021). Formation and use of financial potential of investment activity of small enterprises. *Three Seas Economic Journal*, 2 (1), 104–109. <https://doi.org/10.30525/2661-5150/2021-1-17>
5. Yepifanova, I., Dzhedzhula, V., Kosaruk, O., Saulyak, A. (2022). Management of the investment potential of food industry enterprises. *Innovation and Sustainability*, 2, 8–17. <https://doi.org/10.31649/ins.2022.2.8.17>

6. Yemelyanov, O., Petrushka, T., Koleshchuk, O., Petrushka, K., Dzhedzhula, V. (2026). Impact of Energy-Saving Technological Changes on the Level of Competitiveness of Enterprises. *Data-Centric Business and Applications*, 267–284. https://doi.org/10.1007/978-3-032-06608-4_14
7. Backman, F. (2017). Barriers to Energy Efficiency in Swedish Non-Energy-Intensive Micro- and Small-Sized Enterprises – A Case Study of a Local Energy Program. *Energies*, 10 (1), 100. <https://doi.org/10.3390/en10010100>
8. Valencik, R., Cervenka, J. (2016). Analysis Tools of Connecting Investment Opportunities and Investment Means in the Area of Small and Medium-Sized Enterprises. *European Research Studies Journal*, XIX (4), 130–139. <https://doi.org/10.35808/ersj/586>
9. Yepifanova, I., Dzhedzhula, V. (2020). Methodology of evaluation of innovative potential of enterprises. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 6 (3), 171–190. <https://doi.org/10.51599/are.2020.06.03.10>
10. Prokhorova, V., Mrykhina, O., Koleshchuk, O., Slastianykhina, K., Harmatiy, M. (2023). The holistic evaluation system of R&D results under the circular economy conditions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (13 (126)), 15–23. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.291380>
11. Zalutska, K., Morklyanyk, B., Balanyuk, Y., Maslak, T., Malyk, M. (2025). Conceptual principles for building a balanced and competitive development portfolio for a diversified enterprise. *Technology Audit and Production Reserves*, 4 (4 (84)), 30–38. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2025.336245>
12. Laitner, J. A. (2013). An overview of the energy efficiency potential. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 9, 38–42. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2013.09.005>
13. Feng, C., Wang, M. (2017). Analysis of energy efficiency and energy savings potential in China's provincial industrial sectors. *Journal of Cleaner Production*, 164, 1531–1541. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.081>
14. Zhou, N., Khanna, N., Feng, W., Ke, J., Levine, M. (2018). Scenarios of energy efficiency and CO₂ emissions reduction potential in the buildings sector in China to year 2050. *Nature Energy*, 3 (11), 978–984. <https://doi.org/10.1038/s41560-018-0253-6>
15. Yemelyanov, O., Petrushka, I., Zahoretska, O., Petrushka, K., Havryliak, A. (2023). Information support for managing energy-saving technological changes at enterprises. *Procedia Computer Science*, 217, 258–267. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.221>
16. Prokhorova, V. V., Yemelyanov, O. Y., Koleshchuk, O. Y., Antonenko, N. S., Zaitseva, A. S. (2023). Information support for management of energy-saving economic development of enterprises. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 6, 175–183. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-6/175>
17. Yemelyanov, O., Petrushka, T., Koleshchuk, O., Petrushka, K., Mashkovskiy, M. (2026). The Impact of the Level of Information Support for Technological Change Management on the Scope, Speed, and Effectiveness of Its Implementation in Enterprises. *Procedia Computer Science*, 277, 948–957. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2026.02.135>
18. Solnørdal, M., Foss, L. (2018). Closing the Energy Efficiency Gap – A Systematic Review of Empirical Articles on Drivers to Energy Efficiency in Manufacturing Firms. *Energies*, 11 (3), 518. <https://doi.org/10.3390/en11030518>
19. Chen, Y.-S. (2007). The Driver of Green Innovation and Green Image – Green Core Competence. *Journal of Business Ethics*, 81 (3), 531–543. <https://doi.org/10.1007/s10551-007-9522-1>
20. Klemke-Pitek, M., Majchrzak, M. (2022). Pro-Ecological Activities and Shaping the Competitive Advantage of Small and Medium-Sized Enterprises in the Aspect of Sustainable Energy Management. *Energies*, 15 (6), 2192. <https://doi.org/10.3390/en15062192>
21. König, W., Löbbe, S., Büttner, S., Schneider, C. (2020). Establishing Energy Efficiency – Drivers for Energy Efficiency in German Manufacturing Small- and Medium-Sized Enterprises. *Energies*, 13 (19), 5144. <https://doi.org/10.3390/en13195144>
22. Angori, G., Aristei, D. (2018). A Panel Data Analysis of Firms' Access to Credit in the Euro Area: Endogenous Selection, Individual Heterogeneity and Time Persistence. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3254358>
23. Rostamkalaei, A., Freel, M. (2015). The cost of growth: small firms and the pricing of bank loans. *Small Business Economics*, 46 (2), 255–272. <https://doi.org/10.1007/s11187-015-9681-x>
24. Bhalli, M. T., Hashmi, S. M., Majeed, A. (2017). Impact of Credit Constraints on Firms Growth: A Case Study of Manufacturing Sector of Pakistan. *Journal of Quantitative Methods*, 1 (1), 4–40. <https://doi.org/10.29145/2017/jqm/010102>
25. Prokhorova, V. V., Yemelyanov, O. Y., Koleshchuk, O. Y., Petrushka, K. I. (2023). Tools for assessing obstacles in implementation of energy saving measures by enterprises. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 1, 160–168. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-1/160>
26. Dong, J., Huo, H. (2017). Identification of Financing Barriers to Energy Efficiency in Small and Medium-Sized Enterprises by Integrating the Fuzzy Delphi and Fuzzy DEMATEL Approaches. *Energies*, 10 (8), 1172. <https://doi.org/10.3390/en10081172>

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.362950

DEVELOPMENT OF FINANCIAL SUPPORT FOR UKRAINE'S GREEN TRANSITION BASED ON POLAND'S EXPERIENCE WITH GREEN BONDS (p. 59–75)

Bożena Ryszawska

Wrocław University of Economics and Business, Wrocław, Poland

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0950-3280>

Svitlana Kuznetsova

National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”,

Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1567-4791>

Oleksandr Manoylenko

National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”,

Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5979-4077>

This study investigates the process of designing of financial instruments the green energy transition of the national economy in Ukraine based on the replication of the Polish experience of issuing green bonds. At present, there are significant gaps in building a financial instruments Ukraine's green energy transition. Replication of the Polish experience of using green bonds, as well as their issuance and circulation, becomes the basis for expanding the financial framework for the energy transition of the national economy.

An analysis of the dynamics in the issuance of green bonds in the global and local Polish financial markets has been conducted; factors that determine their cost at issue were identified based on the application of a regression model. It was established that the key factor affecting the cost of green financing is the scale of the issue, which increases its liquidity and allows them to be included in the portfolios of international institutional investors.

Based on a comparison of the institutional environment of the issuance of green bonds in Poland and Ukraine, directions for its improvement for the Ukrainian national economy have been identified. Special feature of the results is the combination of quantitative analysis of issuance parameters with institutional support for the development of green financing markets in Poland and Ukraine. That made

it possible not only to identify key factors affecting the assessment of the value of green capital but also to substantiate the directions for improving the institutional support for financing the green transition for the Ukrainian economy.

The results could be implemented provided that the current legislation is improved to ensure external verification, the development of mechanisms for guaranteeing and insuring risks, as well as the orientation of issuances to large reconstruction and energy transition projects.

Keywords: green bonds, financial support, digital financial architecture, green transition, finance, tokenization.

References

- De La Poza-Plaza, E. (2020) Emerging Financing Instruments: Green Bonds. Modeling Economic and Social Behavior. New York: Nova Science Publishers, 127–150. Available at: <https://novapublishers.com/shop/modeling-economic-and-social-behavior/>
- Patel, M. R., Singh, B., Yadav, A. P. (2025). The Green Revolution in Finance: Bonding with the Planet Through Green Bonds. The Synergistic Effect of Sustainable Business Practices on Corporate Performance, 141–157. https://doi.org/10.1007/978-981-96-3375-3_9
- Gabr, D. H., Elbannan, M. A. (2023). Green finance insights: evolution of the green bonds market. Management & Sustainability: An Arab Review, 3 (3), 274–297. <https://doi.org/10.1108/msar-02-2023-0008>
- Svirskyi, V. (2025). Green bonds as a driver towards a climate-neutral economy in Europe. Innovation in Capitalist Economies, 109–138. <https://doi.org/10.4324/9781003558187-9>
- Goenka, N., Gayathri, Alam, M. (2025). Green Bonds: Building a Sustainable Financial Future. E-Financial Strategies for Sustainable Development, 211–229. <https://doi.org/10.1201/9781779640956-11>
- Pramudya, H., Alamsyah, A., Tricahyono, D. (2024). Blockchain-Based Tokenization for Green Bonds: A Model for Transparency and Compliance in Sustainable Finance. 2024 IEEE Asia-Pacific Conference on Geoscience, Electronics and Remote Sensing Technology (AGERS), 64–69. <https://doi.org/10.1109/agers65212.2024.10932908>
- Kalaiaresi, H., Kirubahari, S. (2023). Green finance for sustainable development using blockchain technology. Green Blockchain Technology for Sustainable Smart Cities, 167–185. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-95407-5.00003-7>
- Hu, Z., Yang, R., Borjigin, S. (2024). A multistage forecasting model for green bond cost optimization with dynamic corporate risk constraints. Journal of Forecasting, 43 (7), 2607–2634. <https://doi.org/10.1002/for.3142>
- Kanamura, T. (2025). Stochastic behavior of green bond premiums. International Review of Financial Analysis, 97, 103836. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2024.103836>
- Zheng, C., Jin, J., Han, L. (2024). Reduced interest option pricing for green bonds. China Finance Review International, 14 (2), 228–268. <https://doi.org/10.1108/cfri-07-2023-0178>
- Dey, D. (2024). Time series analysis of GSS bonds. British Actuarial Journal, 29. <https://doi.org/10.1017/s1357321724000011>
- Voronin, A., Akhiezer, O., Galuza, A., Lebedeva, I., Zaitsev, Y., Lebedev, S. (2023). Modeling Competitive Interaction “Predator-Prey” on the Example of Two Innovative Processes. 2023 13th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT), 131–134. <https://doi.org/10.1109/acit58437.2023.10275538>
- Lyubchik, L., Grinberg, G., Lubchick, M., Galuza, A., Akhiezer, O. (2020). Interval Evaluation of Stationary State Probabilities for Markov Set-Chain Models. 2020 10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT), 82–85. <https://doi.org/10.1109/acit49673.2020.9208932>
- Xu, Y. (2025). Comparative study on early risk warning for corporate bond defaults. Intelligent Decision Technologies, 19 (3), 1675–1682. <https://doi.org/10.1177/18724981241309549>
- Cabrol, A., Drobetz, W., Otto, T., Puhán, T. (2024). Predicting Corporate Bond Illiquidity via Machine Learning. Financial Analysts Journal, 80 (3), 103–127. <https://doi.org/10.1080/0015198x.2024.2350952>
- Lyubchik, L., Galuza, A., Grinberg, G. (2020). Semi-supervised Learning to Rank with Nonlinear Preference Model. Recent Developments in Fuzzy Logic and Fuzzy Sets, 81–103. https://doi.org/10.1007/978-3-030-38893-5_5
- Lombardi Netto, A., Salomon, V. A. P., Ortiz Barrios, M. A. (2021). Multi-Criteria Analysis of Green Bonds: Hybrid Multi-Method Applications. Sustainability, 13 (19), 10512. <https://doi.org/10.3390/su131910512>
- Nowak, P., Zima, R., Lipiec, J. (2021). Sovereign Green Bonds in Poland. Handbook of Climate Change Management, 2707–2729. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57281-5_40
- Löffler, K. U., Petreski, A., Stephan, A. (2021). Drivers of green bond issuance and new evidence on the “greenium”. Eurasian Economic Review, 11 (1), 1–24. <https://doi.org/10.1007/s40822-020-00165-y>
- Wang, R., Xia, S. (2023). ESG Investing Beyond Risk and Return. SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4339525>
- Daszyńska-Żygadło, K., Jajuga, K., Zabawa, J. (2021). Bank as a Stakeholder in the Financing of Renewable Energy Sources. Recommendations and Policy Implications for Poland. Energies, 14 (19), 6422. <https://doi.org/10.3390/en14196422>
- Sobik, B. (2023). Green bonds - financial innovation for sustainability financing: The case of the Polish green bonds market and their development barriers. Central European Economic Journal, 10 (57), 287–303. <https://doi.org/10.2478/ceej-2023-0017>
- Daszyńska-Żygadło, K., Marszałek, J., Piontek, K., Zumente, I. (2023). Are green bonds a good investment opportunity for turbulent times? Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Sectio H Oeconomia, 57 (2), 7–25. Available at: <https://journals.umcs.pl/h/article/view/14948>
- Energy Policy of Poland until 2040 (EPP2040). Ministry of Climate and Environment of the Republic of Poland. Available at: <https://www.gov.pl/web/climate/energy-policy-of-poland-until-2040-epp2040>
- National Energy and Climate Plan. Ministry of Climate and Environment of the Republic of Poland. Available at: <https://www.gov.pl/web/climate/national-energy-and-climate-plan>
- The Ukraine Facility: supporting Ukraine’s recovery, reconstruction, and path towards EU accession. European Commission. Available at: https://commission.europa.eu/topics/eu-solidarity-ukraine/eu-assistance-ukraine/ukraine-facility_en
- Statista. Available at: <https://www.statista.com/>
- LSEG. Available at: <https://www.lseg.com/en>
- Dai, L., Clements, L., Meng, A., Schuck, B., Brophy, K., Kooroshy, J. (2025). Investing in the green economy 2025: Navigating volatility and disruption. London: LSEG. Available at: https://www.lseg.com/content/dam/lseg/en_us/documents/sustainability/investing-in-green-economy-2025.pdf
- Zerbib, O. D. (2019). The effect of pro-environmental preferences on bond prices: Evidence from green bonds. Journal of Banking & Finance, 98, 39–60. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2018.10.012>
- Ehlers, T., Packer, F. (2017). Green bond finance and certification. BIS Quarterly Review, 89–104. https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt1709h.htm
- Crown, W. H. (2010). There’s a Reason They Call Them Dummy Variables. PharmacoEconomics, 28 (10), 947–955. <https://doi.org/10.2165/11537750-000000000-00000>

33. Meng, A., Clements, L. (2025). Green debt market passes \$3 trillion milestone. LSEG Insights. Available at: <https://www.lseg.com/en/insights/green-debt-market-passes-3-trillion-milestone>
34. Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council of 18 June 2020 on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment, and amending Regulation (EU) 2019/2088. Official Journal of the European Union. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2020/852/oj/eng>
35. Regulation (EU) 2023/2631 of the European Parliament and of the Council of 22 November 2023 on European Green Bonds and optional disclosures for bonds marketed as environmentally sustainable and for sustainability-linked bonds. Official Journal of the European Union. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32023R2631>
36. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o obligacjach (2024). Dz. U. 2024 poz. 708. 26.04.2024. Available at: <https://api.sejm.gov.pl/eli/acts/DU/2024/708/text.html>
37. Pro rynky kapitalu ta orhanizovani tovarni rynky (2006). Zakon Ukrainy No. 3480-IV. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3480-15#Text>
38. Pro alternatyvni dzherela enerhiyi (2003). Zakon Ukrainy No. 555-IV. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text>
39. O odnawialnych źródłach energii (2015). Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. Dz. U. 2015 poz. 478. Available at: <https://eli.gov.pl/eli/DU/2015/478/ogl>
40. Prawo energetyczne (2024). Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Tekst jednolity: Dz. U. 2024 poz. 266. Available at: <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20240000266/U/D20240266Lj.pdf>
41. Pro rynek elektrychnoi enerhii (2017). Zakon Ukrainy No. 2019-VIII. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#Text>
42. National Report of the President of URE 2024 – Summary. Council of European Energy Regulators (CEER). Available at: https://www.ceer.eu/wp-content/uploads/2024/07/C24_Poland-EN.pdf
43. Ukraine Investment Framework. Directorate-General for Neighbourhood and Enlargement Negotiations. European Commission. Available at: https://enlargement.ec.europa.eu/countries/ukraine/ukraine-investment-framework_en
44. Country Analysis Brief: Ukraine (2025). U.S. Energy Information Administration. Washington, DC: U.S. Department of Energy. Available at: https://www.eia.gov/international/content/analysis/countries_short/Ukraine/Ukraine.pdf
45. Ptak, A. (2024). Poland produced record 26% of electricity from renewables in 2023. Notes from Poland. Available at: <https://notes-frompoland.com/2024/01/03/poland-produced-record-26-of-electricity-from-renewables-in-2023/>
46. Brożyński, B. (2022). Just transition – the first pillar of Poland’s energy policy until 2040 – legal, economic and social aspects. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal*, 25 (2), 5–24. <https://doi.org/10.33223/epj/150745>
47. Chamera, K. (2023). The development of the Polish green bond market in comparison to selected European countries. *Central European Review of Economics & Finance*, 45 (4A), 21–34. <https://doi.org/10.24136/ceref.2023.032>
48. Aftowicz, A. (2024). The current state of sustainable debt instruments’ market in Poland. *Central European Review of Economics & Finance*, 49 (4), 5–22. <https://doi.org/10.24136/ceref.2024.012>
49. PKO Group Green Bond Framework Second-Party Opinion (2024). Sustainability. Available at: [https://www.sustainalytics.com/corporate-solutions/sustainable-finance-and-lending/published-projects/project/pko-bank-polski-sa/pko-group-green-bond-framework-second-party-opinion-\(2024\)/pko-group-green-bond-framework-second-party-opinion-\(2024\)](https://www.sustainalytics.com/corporate-solutions/sustainable-finance-and-lending/published-projects/project/pko-bank-polski-sa/pko-group-green-bond-framework-second-party-opinion-(2024)/pko-group-green-bond-framework-second-party-opinion-(2024))
50. De-risking green investments in the EU Eastern Partnership and in Central Asia (2025). EU4Environment. Available at: <https://www.eu4environment.org/de-risking-green-investments-in-the-eu-eastern-partnership-and-in-central-asia/>

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.362257

IDENTIFYING DIRECTIONS FOR IMPROVING THE REGULATION OF THE CIRCULATION OF HIGH-TECHNOLOGY INNOVATIONS IN THE EUROPEAN UNION (p. 76–83)

Oleksandr DavydiukYaroslav the Wise National Law University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6699-0903>**Olga Bakalinska**Intellectual Property Scientific Research Institute
of National Academy of Legal Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1092-0914>**Oleksii Malovatskyi**Academician F. H. Burchak Scientific Research Institute
of Private Law and Entrepreneurship
of National Academy of Legal Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6370-8028>**Oleh Tarasov**Yaroslav the Wise National Law University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9070-5965>**Yurii Senyk**West Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine
PJSC «Ternopil Dairy Plant», Ternopil, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8164-7783>

This study examines a system of procedures and techniques for regulating relations that create, transfer, and implement high-tech innovations in the European Union, through the prism of the promising EUROPEAN INNOVATION ACT (EIA). The current means of identifying high-tech innovations in the European Union have been studied, as well as the prospects for their improvement when implementing the EIA.

This work has found that the process of regulatory influence on innovation circulation in the EU is not uniform. It has been proven that the current model of regulatory influence in the EU is not focused on the proper identification of high-tech innovations. It also does not provide simplification or stimulation of their use but only has a general focus on the intensification of all innovations in the EU economy. It was determined that within the EU there is a need to improve the methods for regulating the circulation of high-tech innovations.

A study of directions to reform the innovation ecosystem through the implementation of the EUROPEAN INNOVATION ACT has been conducted. The feasibility of forming a definition of high-tech innovation was substantiated. The necessity of registering the criteria for distinguishing high-tech innovation from its other varieties has been proven. The need for the formation of a holistic system of regulatory influence based on the life cycle (Innovation Life Cycle) of high-tech innovation was identified.

This study is aimed at compiling proposals for improving the regulatory processes of innovation circulation in the EU. The results could be used in improving the official rules of innovation circulation in the EU, as well as at the level of national systems of EU member states. They could also be applied to make strategic public management decisions, form state policy on the circulation of innovations; the findings might lay the groundwork for further scientific research on these issues.

Keywords: high-tech innovations, EU innovation circulation, state regulation of innovations, international law.

References

- Much More Than a Market – Speed, Security, Solidarity Empowering the Single Market to deliver a sustainable future and prosperity for all EU Citizens (2024). Available at: <https://www.consilium.europa.eu/media/ny3j24sm/much-more-than-a-market-report-by-enrico-letta.pdf>
- The Draghi report on EU competitiveness. The future of European competitiveness Part A | A competitiveness strategy for Europe (2024). Available at: https://commission.europa.eu/document/download/97e481fd-2dc3-412d-be4c-f152a8232961_en
- COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN COUNCIL, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS A Competitiveness Compass for the EU (2025). Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52025DC0030&from=EN>
- COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS The EU Startup and Scaleup Strategy Choose Europe to start and scale (2025). Brussels. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52025DC0270>
- Wang, W., Hu, B., Chen, F., Yang, Z. (2026). How does high-tech entrepreneurship affect incumbent firm innovation in regional innovation ecosystems? *Humanities and Social Sciences Communications*, 13 (1). <https://doi.org/10.1057/s41599-026-06666-6>
- Celebioglu, F., Brenner, T. (2026). The causal interaction between innovations, specialization, start-ups, qualifications, and subsidies: a spatial VAR analysis for various industries in Germany. *The Annals of Regional Science*, 75 (2). <https://doi.org/10.1007/s00168-025-01446-7>
- Davydiuk, O., Duiunova, T., Shovkopliash, H., Sivash, O., Hlushchenko, S., Davydiuk, O. et al. (2023). Directions for improving the international legal regulation of the support program for the transfer of innovations and technologies “Horizon Europe”. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (13 (122)), 85–91. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.276747>
- Brovdi, A., Bakalinska, O., Lisohorova, K., Sivash, O., Khaletska, K. (2025). Determining the regular impact on the processes of stimulating the innovation circulation within the limits of the EU sustainable development policy. *Technology Audit and Production Reserves*, 2 (4 (82)), 93–98. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2025.326075>
- Jain, B., Mamodiya, U., Kishor, I. (2026). Fusion of Green and High-Tech Innovation for a Sustainable Future through Evaluating Development Frameworks. *Artificial Intelligence (AI) for IT Energy Efficiency and Green AI for Environment Sustainability*, 1–26. https://doi.org/10.1007/978-3-031-89420-6_1
- Pohorielova, Y., Bakalinska, O., Shvydka, T., Vaksman, R., Ostapenko, I. (2025). Improvement of international technology transfer rules in the European union through the prism of sustainable development policy. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (13 (134)), 6–14. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.325250>
- Shams, R., Sohag, K., Islam, Md. M., Vrontis, D., Kotabe, M., Kumar, V. (2024). B2B marketing for industrial value addition: How do geopolitical tension and economic policy uncertainty affect sustainable development? *Industrial Marketing Management*, 117, 253–274. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2024.01.002>
- Davydiuk, O., Shovkopliash, H., Borysov, I., Holina, O., Sokolova, I. (2025). Directions for improving the regulation of the innovation circulation in the European Union through the prism of the implementation of the European Innovation Act (EIA). *Technology Audit and Production Reserves*, 6 (4 (86)), 74–81. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2025.345998>
- Andrijauskiene, M., Ioannidis, D., Dumciuviene, D., Dimara, A., Bezas, N., Papaioannou, A., Krinidis, S. (2023). European Union Innovation Efficiency Assessment Based on Data Envelopment Analysis. *Economies*, 11 (6), 163. <https://doi.org/10.3390/economies11060163>
- TRIPS — Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights. WTO. Available at: https://www.wto.org/english/tratop_e/trips_e/trips_e.htm
- Exchanging Value - Negotiating Technology Licensing Agreements: A Training Manual (2005). International Trade Centre (ITC). WIPO. Available at: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/licensing/906/wipo_pub_906.pdf
- The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. OECD. <https://doi.org/10.1787/24132764>
- Regulation (EU) 2021/695 of the European Parliament and of the Council of 28 April 2021 establishing Horizon Europe – the Framework Programme for Research and Innovation, laying down its rules for participation and dissemination, and repealing Regulations (EU) № 1290/2013 and (EU) No 1291/2013 (Text with EEA relevance) (2021). Official Journal of the European Union. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/695>
- The European Institute of Innovation and Technology (EIT) has published two key reports: the EIT KICs Innovation Guide 2025 and the EIT KICs Business Creation Guide 2025 (2025). EIT. Available at: <https://www.eit.europa.eu/news-events/news/eit-launches-two-new-guides-showcase-innovation-and-business-creation-impact>
- GERD by source of funds. Gross domestic expenditure on R&D (GERD) at national and regional level. Eurostat. http://doi.org/10.2908/rd_e_fundgerd

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.365620

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ НА ЕКОНОМІЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ МОЛОЧНИХ ФЕРМ (НА ПРИКЛАДІ РЕСПУБЛІКИ КАЗАХСТАН) (с. 6–14)

Lyailya Akhmetova, Madina Bazhigaliyeva, Gulzhan Zhakenova, Anvar Tulaganov, Almira Saktayeva, Dinara Mamyrbekova, Alma Baiguzhinova, Zhanar Baigireyeva, Assel Apysheva

Об'єктом дослідження є економічна ефективність молочних ферм у контексті цифрової трансформації в країні, що розвивається (на прикладі Республіки Казахстан). Вирішено проблему кількісної оцінки впливу цифрових інвестицій на продуктивність та витрати молочних ферм з урахуванням неоднорідності впливу на розмір підприємств.

Отримані результати:

– проаналізовано дані 98 молочних ферм Республіки Казахстан: середній надій молока на корову становив 4815 кг/рік, середній рівень цифрових інвестицій становив 375,77 доларів США на корову;

– регресійний аналіз показав, що збільшення цифрових інвестицій на 1 долар США на корову призводить до збільшення надою молока на 0,42 кг на корову на рік, зменшення собівартості 1 кг молока на 0,02 доларів США та збільшення прибутку на 12,44 доларів США на корову на рік;

– виявлено неоднорідність ефектів: максимальна віддача від цифровізації зафіксована на середніх фермах (фактор впливу на надій молока становив 237,8 кг на 1% зростання інвестицій);

– збільшення цифрових інвестицій на 1% супроводжується зниженням вуглецеємності молока на 0,11 кг CO₂e/кг, з найбільшим впливом на середні ферми.

Отримані результати пояснюються тим, що в Республіці Казахстан саме середні ферми мають оптимальну гнучкість виробництва порівняно з великими підприємствами та доступ до цифрових рішень порівняно з малими підприємствами.

Особливості отриманих результатів полягають у тому, що вони показують, на основі емпіричних даних казахстанських ферм, неоднорідність віддачі від цифрової трансформації залежно від розміру підприємства, що відрізняється від закономірностей, що спостерігаються в інших країнах.

Практичне значення цього дослідження полягає в можливості використання його результатів для розробки інвестиційних рішень.

Ключові слова: цифрова трансформація, молочні ферми, цифрові інвестиції, економічна ефективність, Республіка Казахстан.

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.361355

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕСОМ ТА ЗНИЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ РИЗИКІВ У ЦИФРОВУ ЕПОХУ (с. 15–24)

Bibigul Kopbolsyn, Assel Jakupova, Bakytgul Bazarova, Gulnar Talapbayeva, Zhanat Yerniyazova

Об'єктом цього дослідження є інноваційна активність підприємств та механізми управління інноваційними ризиками в контексті цифрової трансформації економіки Республіки Казахстан. Проблема, яку необхідно вирішити, полягає в економічній ефективності інтеграції цифрових технологій у системи управління інноваційними ризиками. У цій статті розглядаються теоретичні підходи до визначення інноваційної діяльності, розширюється її концепція та досліджується вплив цифровізації на процеси управління інноваційними ризиками на підприємствах. Було проведено аналіз динаміки валових внутрішніх витрат країни, показників інноваційної активності та міжнародного індексу розвитку ІКТ, який виявив тенденції сталого цифрового розвитку Республіки Казахстан.

Результати дослідження демонструють, що цифровізація є рушійною силою інновацій та інструментом підвищення ефективності управління інноваційними ризиками. З цією метою було проаналізовано витрати, пов'язані з розвитком цифрової економіки, що показало, що ці витрати в Республіці Казахстан зросли на 63,8% між 2019 та 2024 роками. У дослідженні також було виявлено, що рівень інноваційної активності на підприємствах зріс з 10,1% до 14,2%. Ключовим висновком дослідження є те, що впровадження цифрових рішень зменшує втрати від інноваційних ризиків на 18–34%, тоді як економічні вигоди для підприємств, залежно від їх розміру, коливаються від 2,16 до 267,2 тис. доларів США.

Тому сфера застосування охоплює підприємства різного розміру, яким необхідно покращити свої фінансові показники шляхом розробки різних систем управління інноваційними ризиками та впровадження програм цифрової трансформації.

Ключові слова: цифровізація, інновації, системи управління, бізнес, економічні, особливості, фінансові результати.

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.364574

РОЗРОБКА БАГАТОВИМІРНОЇ ОСНОВИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АУДИТУ НА ОСНОВІ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРОГНОЗНОЇ АНАЛІТИКИ ДАНИХ (с. 25–33)

Minura Karimova, Fazil Karimov, Metanet Ahmadova, Xayyam Cavadzada, Aytan Nadirova, Xatira Qurbanova, Surayya Ismayilova

Об'єктом дослідження є сучасна аудиторська практика на тлі цифрової трансформації механізмів фінансового управління та нагляд в корпоративних структурах. Проблема, яку необхідно було вирішити, полягає в неефективності та частих помилках традицій-

ної процедури аудиту, заснованої на ручній роботі з великими обсягами даних та вибірці. В результаті проведеного дослідження можна відзначити, що використання інформаційних технологій і передової аналітики даних призводить до підвищення ефективності за рахунок зміни традиційної процедури аудиторської вибірки для безперервного моніторингу усіх аудиторських сукупностей. Видається, що систематичний аналіз і впровадження аналітичних алгоритмів підвищують якість оцінки ризиків і виявлення аномалій. Отримані результати можна пояснити тим, що використання цифрових технологій усуває всі когнітивні обмеження людини і дозволяє відразу виявляти всі аномалії. Серед характеристик результатів, які допомогли вирішити проблему, є формалізована багатомодельна структура мінімізації ризиків. Оптимізацію операцій було реалізовано шляхом синтезу функцій підмоделей регресії, кластеризації (PAM) та ізоляційного лісу, що регулюються набором порогових значень (τ^*) та оптимізованих ваг (ω_m), що мінімізують ентропію класифікації. Емпіричне тестування запропонованого підходу з використанням бази даних реальних транзакцій ($n = 12450$) показало підвищення ефективності від базового рівня 65% до 88% у фреймворку. Особливість отриманих результатів пов'язана з синтезом різних математичних векторів в обмеженому операційному конвеєрі на основі обмежених часових ресурсів. Практичне застосування охоплює внутрішні та зовнішні відділи аудиту великих компаній.

Ключові слова: оптимізація аудиту, цифрові технології, аналіз даних, ефективність аудиту, інформаційні системи.

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.364001

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НА ЕКОЛОГІЧНІ ТА ФІНАНСОВІ ПОКАЗНИКИ КОМПАНІЙ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ (с. 34–45)

Zhaxat Kenzhin, Ali Sabyrzhan, Dinara Mussabalina, Kenzhessulu Kuptleuova, Natalya Lelesh, Aizhan Nurbaeva, Andrey Shunko, Akmaral Zhakupova, Arman Maralov

Об'єктом дослідження є компанії енергетичного сектору Республіки Казахстан, що займаються видобутком, транспортуванням, виробництвом, передачею та розподілом енергетичних ресурсів. Проблема, що розглядається, полягає в недостатньому розумінні механізму, через який цифровізація впливає на фінансові показники, оскільки залишається незрозумілим, чи є цей вплив прямим, чи передається через показники екологічної ефективності.

Емпіричною основою дослідження є збалансований квартальний панельний набір даних за 2015–2025 роки, що складається з 220 спостережень у п'яти компаніях. В дослідженні використовувалися моделі з фіксованими ефектами, динамічна лагова модель, панельні векторні авторегресивні моделі та імпульсні функції відгуку.

Результати показують, що цифровізація має статистично значущий негативний вплив на вуглецеву інтенсивність у моделі з фіксованими ефектами ($\beta = -0,2828$; $p < 0,01$), тоді як її прямий вплив на рентабельність активів статистично не підтверджений ($\beta = -0,0035$; $p > 0,10$). Вуглецеємність має значний негативний вплив на фінансові показники як у статичній моделі з фіксованими ефектами ($\beta = -0,0118$; $p < 0,01$), так і в динамічній моделі з затримкою ($\beta = -0,00213$; $p < 0,05$). Ці результати надають непряме емпіричне підтвердження можливого каналу передачі впливу на навколишнє середовище, в якому цифровізація пов'язана з меншим навантаженням на навколишнє середовище, що згодом може сприяти фінансовим показникам.

У дослідженні використовуються квартальні корпоративні дані, текстовий показник цифровізації та вуглецеємність як міра екологічної ефективності, що дозволяє непрямо оцінити можливий механізм передачі впливу на навколишнє середовище.

Результати можуть бути використані енергетичними компаніями, регуляторами та інвесторами під час розробки стратегій цифрової трансформації та декарбонізації, а також під час прийняття інвестиційних рішень, пов'язаних з ESG.

Ключові слова: вуглецеємність, цифровізація, фіксовані ефекти, енергетична логістика, Республіка Казахстан.

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.364237

РОЗРОБЛЕННЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ОЦІНЮВАННЯ ФІНАНСОВО-ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІДПРИЄМСТВ ЩОДО РЕАЛІЗАЦІЇ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ (с. 46–58)

В. В. Прохорова, О. Ю. Ємельянов, О. Я. Колещук, С. М. Шепеленко, К. І. Сластьяникова, Д. Р. Гаврась

Об'єктом цього дослідження є процес оцінювання фінансово-інвестиційного потенціалу підприємств щодо реалізації ними енергозберігаючих заходів. В якості проблеми, яка вирішувалася у дослідженні, виступало розроблення дієвого інструментарію для здійснення такого оцінювання.

Виконане дослідження дало змогу зробити внесок у вирішення цієї проблеми. Зокрема, виділено складові фінансово-інвестиційного потенціалу підприємств з реалізації ними енергозберігаючих заходів. Побудовано показники оцінювання зазначеного потенціалу та його складників. Запропоновано виконувати таке оцінювання у декілька етапів із застосуванням оптимізаційного підходу.

Розроблений інструментарій було апробовано на вибірці зі 105 підприємств, які належать до трьох енергоємних галузей промисловості. Було оцінено фінансово-інвестиційний потенціал досліджуваних підприємств з реалізації енергозберігаючих заходів. Встановлено, що основним лімітуючим чинником величини цього потенціалу виступає його фінансова складова. Обчислено рівень використання цього потенціалу досліджуваними компаніями. Виявлено, що цей рівень для підприємств з високою енергоємністю продукції коливається за галузями промисловості від 37,19% до 44,29%. Встановлено, що із зростанням енергоефективності зменшується величина фінансово-інвестиційного потенціалу досліджуваних підприємств з реалізації ними енергозберігаючих заходів, проте зростає рівень реалізації цього потенціалу.

Запропонований інструментарій є придатним для застосування як на рівні окремих компаній, так і на галузевому рівні. Таке застосування дасть змогу керівникам фірм більш обґрунтовано підходити до розроблення фінансово-інвестиційних стратегій провадження заходів з енергозбереження.

Ключові слова: фінансово-інвестиційний потенціал, енергозбереження на підприємстві, компетентність персоналу, енергозберігаючий проект.

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.362950**РОЗРОБКА ФІНАНСОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗЕЛЕНОГО ПЕРЕХОДУ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ ПОЛЬСЬКОГО ДОСВІДУ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕЛЕНИХ ОБЛІГАЦІЙ (с. 59–75)****Bozena Ryszawska, С. О. Кузнецова, О. В. Манойленко**

Об'єктом дослідження є процес розробки інструментарію фінансування зеленої енергетичної трансформації національної економіки України на основі реплікації польського досвіду емісії зелених облігацій. Сьогодні є суттєві прогалини у побудові інструментарію фінансування зеленого переходу енергетичної трансформації України. Реплікація польського досвіду використання зелених облігацій, їх емісії та обігу, стає базисом розширення фінансового інструментарію енергетичної трансформації національної економіки. Проведено аналіз динаміки емісії зелених облігацій на світовому і локальному польському фінансових ринках, визначені фактори, що зумовлюють їх вартість при емісії, на основі застосування регресійної моделі. Встановлено, що ключовим чинником, який впливає на вартість зеленого фінансування, є масштаб емісії, це підвищує її ліквідність та дозволяє включати їх у портфелі міжнародних інституційних інвесторів. На основі порівняння інституційного середовища емісії зелених облігацій Польщі та України визначено напрямки його удосконалення для української національної економіки. Особливість отриманих результатів полягає у поєднанні кількісного аналізу параметрів емісії з інституційним забезпеченням розвитку ринків зеленого фінансування Польщі та України. Це дозволило не лише визначити ключові фактори, що впливають на оцінку вартості зеленого капіталу, а й обґрунтувати напрями удосконалення інституційного забезпечення фінансування зеленого переходу для економіки України. Практичне використання результатів можливе за умови удосконалення поточного законодавства для забезпечення зовнішньої верифікації, розбудови механізмів гарантування та страхування ризиків, а також орієнтації емісій на великі проекти відбудови та енергетичної трансформації.

Ключові слова: зелені облігації, фінансове забезпечення, цифрова фінансова архітектура, зелена трансформація, фінанси, токенізація.

DOI: 10.15587/1729-4061.2026.362257**ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМІВ ВДОСКОНАЛЕННЯ РЕГУЛЮВАННЯ ОБІГУ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНИХ ІННОВАЦІЙ В ЄВРОПЕЙСЬКОМУ СОЮЗІ (с. 76–83)****О. М. Давидюк, О. О. Бакалінська, О. В. Маловацький, О. В. Тарасов, Ю. І. Сенник**

Об'єктом дослідження є система прийомів та способів регулювання відносин пов'язаних із створенням, передачею та використанням високотехнологічних інновацій в Європейському Союзі, через призму перспективного EUROPEAN INNOVATION ACT (EIA). Досліджуються дійсні засоби ідентифікації високотехнологічних інновацій в Європейському Союзі, а також перспективи їх вдосконалення в ході запровадження EIA. В ході дослідження встановлено, що процес регуляторного впливу на інноваційний обіг в ЄС не є одноманітним. Доведено, що чинна модель регуляторного впливу в ЄС не орієнтована на належну ідентифікацію високотехнологічних інновацій. Також вона не забезпечує спрощення чи стимулювання їх використання, а лише має загальну спрямованість на інтенсифікацію всіх інновацій в економіці ЄС. Визначено, що в межах ЄС наявна потреба у вдосконаленні способів регулювання обігу високотехнологічних інновацій. Проведено дослідження напрямів реформування інноваційної екосистеми через впровадження EUROPEAN INNOVATION ACT. Обґрунтовано доцільність формування дефініції визначення високотехнологічної інновації. Доведено необхідність фіксації критеріїв відмежування високотехнологічної інновації від інших її різновидів. Вказано на потребу формування цілісної системи регуляторного впливу, заснованого на життєвому циклі (Innovation Life Cycle) високотехнологічної інновації.

Дослідження спрямоване на формування пропозицій щодо удосконалення регуляторних процесів інноваційного обігу в ЄС. Результати цього дослідження можуть бути використані при вдосконаленні офіційних правил інноваційного обігу в ЄС, а також на рівні національних систем країн членів ЄС. Їх можна використати також для формування стратегічних публічних управлінських рішень, державної політики з обігу інновацій та вони можуть слугувати підставою для подальших наукових досліджень з цих питань.

Ключові слова: високотехнологічні інновації, інноваційний обіг ЄС, державне регулювання інновацій, міжнародне право.