

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.336050

CONSTRUCTION OF ADAPTIVE INVENTORY MANAGEMENT MODELS FOR A TRADING ENTERPRISE UNDER UNSTABLE CONDITIONS (p. 6–18)**Viktor Zaruba**National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3796-7544>**Liudmyla Potrashkova**Simon Kuznets Kharkiv National University
of Economics, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8239-2794>**Oleksii Khoroshevskiy**Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6260-2045>**Taras Chmeruk**National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4833-5774>

This study's object is the inventory management processes at a retail enterprise under conditions of random fluctuations in demand. The findings are aimed at solving the task related to the complexity in determining the optimal volumes of goods purchases under unstable conditions. As alternatives, it is proposed to consider two policies for replenishing stocks – the policy of a minimum stock of goods and the policy of a permanent reserve stock taking into account the possibility of transferring unsatisfied demand.

Each policy is estimated by the value of the expected operating effect, which takes into account the income from the sale of goods and losses from the storage of unsold goods or from unsatisfied demand. The hypothesis put forward assumes that the value of the expected operating effect of each policy could be calculated depending on parameters for the law of the probability distribution of demand volumes and on the economic characteristics of the situation.

A model of dependence of the expected operating effect on the volumes of purchases and the parameters of the normal probability distribution functions of demand has been built. Mathematical expressions for the expected operating effect for the two policies under analysis have been derived. A comparative analysis of the effectiveness of these policies was conducted, which made it possible to identify the zones of values of the indicators of the choice situation for which a certain policy is the best. Under certain conditions, the expected operational effect for an arbitrarily chosen policy could reach only 70% of the operational effect corresponding to the best policy. This proves the ability of adaptive management to improve the operational effect as well as its economic efficiency.

Keywords: random demand, changes in operating activity characteristics, inventory replenishment, operating effect.

References

1. Retail trade volume index overview. Eurostat. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Retail_trade_volume_index_overview
2. Share of value added to the gross domestic product of the United States in 2024, by industry. Statista. Available at: <https://www.statista.com/statistics/248004/percentage-added-to-the-us-gdp-by-industry/>
3. Vyrobnystvo ta rozpodil valovoho vnutrishnoho produktu za vydamy ekonomichnoi diyalnosti. Derzhavna sluzhba Ukrainy. Available at: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2008/vvp/vvp_ric/arh_vtr_u.htm
4. Ziukov, S. (2015). A literature review on models of inventory management under uncertainty. *Business Systems & Economics*, 5 (1), 26. <https://doi.org/10.13165/vse-15-5-1-03>
5. San-José, L. A., Sicilia, J., González-de-la-Rosa, M., Febles-Acosta, J. (2021). Profit maximization in an inventory system with time-varying demand, partial backordering and discrete inventory cycle. *Annals of Operations Research*, 316 (2), 763–783. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04161-6>
6. Pando, V., San-José, L. A., Sicilia, J., Alcaide-López-de-Pablo, D. (2024). An inventory model with price- and stock-dependent demand and time- and stock quantity-dependent holding cost under profitability maximization. *Computers & Operations Research*, 164, 106520. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2023.106520>
7. Silver, E. A., Pyke, D. F., Thomas, D. J. (2016). *Inventory and Production Management in Supply Chains*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315374406>
8. Becerra, P., Mula, J., Sanchis, R. (2021). Green supply chain quantitative models for sustainable inventory management: A review. *Journal of Cleaner Production*, 328, 129544. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129544>
9. Žic, J., Žic, S., Đukić, G. (2024). Quantitative Assessment of Green Inventory Management in Supply Chains: Simulation-Based Study of Economic and Environmental Outcomes Aligned with ISO 14083 Standard. *Applied Sciences*, 14 (20), 9507. <https://doi.org/10.3390/app14209507>
10. Violi, A., Laganá, D., Paradiso, R. (2019). The inventory routing problem under uncertainty with perishable products: an application in the agri-food supply chain. *Soft Computing*, 24 (18), 13725–13740. <https://doi.org/10.1007/s00500-019-04497-z>
11. Sun, Y., Qiu, R., Sun, M. (2024). Robust pricing and inventory decisions in ship-from-store omnichannel operations. *Managerial and Decision Economics*, 46 (1), 5–20. <https://doi.org/10.1002/mde.4348>
12. Girija Bai, H., Mohamed Ismail, A., Kaviya, D., Muniappan, P. (2021). An EOQ model for deteriorating products with backorder and fixed transportation cost. *Journal of Physics: Conference Series*, 1770 (1), 012100. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1770/1/012100>
13. Rahman, M. S., Das, S., Manna, A. K., Shaikh, A. A., Bhunia, A. K., Cárdenas-Barrón, L. E. et al. (2021). A Mathematical Model of the Production Inventory Problem for Mixing Liquid Considering Preservation Facility. *Mathematics*, 9 (24), 3166. <https://doi.org/10.3390/math9243166>
14. Das, R., Barman, A., De, P. K. (2021). Integration of pricing and inventory decisions of deteriorating item in a decentralized supply chain: a Stackelberg-game approach. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 13 (1), 479–493. <https://doi.org/10.1007/s13198-021-01299-1>
15. Cárdenas-Barrón, L. E., Mandal, B., Sicilia, J., San-José, L. A., Abdul-Jalbar, B. (2021). Optimizing price, order quantity, and back-ordering level using a nonlinear holding cost and a power demand pattern. *Computers & Operations Research*, 133, 105339. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2021.105339>
16. Pervin, M., Roy, S. K., Sannyashi, P., Weber, G.-W. (2023). Sustainable inventory model with environmental impact for non-instantaneous deteriorating items with composite demand. *RAIRO – Operations Research*, 57 (1), 237–261. <https://doi.org/10.1051/ro/2023005>
17. Hariom, Sharma, K. C., Singh, K., Singh, D. (2024). Analysis of an inventory model for time-dependent linear demand rate three levels of production with shortage. *International Journal of Professional Business Review*, 9 (4), e04579. <https://doi.org/10.26668/businessreview/2024.v9i4.4579>

18. Zaruba, V. Ya. (2017). Optimization of production plans according to estimates of the probability of future orders. *Marketynh i menedzhment innovatsiy*, 2, 222–232. Available at: https://mmi.sumdu.edu.ua/wp-content/uploads/mmi/volume-8-issue-2/mmi2017_2_222_232.pdf
19. Zaruba, V., Parfentenko, I. (2020). Risk Management Models in Operative Planning at an Industrial Enterprise. 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), 33–38. <https://doi.org/10.1109/picst51311.2020.9467954>
20. Zaruba, V., Potrashkova, L., Guryanova, L., Sokol, K., Kuksa, I. (2022). Analysis of the policy of operation activity of an enterprise with product reservation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (3 (115)), 31–42. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252667>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.326913

EVALUATING THE IMPACT OF WEIGHT INITIALIZATION ON RECURRENT AND TRANSFORMER-BASED MODELS IN FINANCIAL ASSET PRICE PREDICTION (p. 19–31)

Andri

Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia
Universitas Mikroskil, Medan, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6702-8654>

Tengku Henny Febriana Harumy

Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1504-5570>

Syahril Efendi

Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3944-5459>

The object of this research is a deep learning model based on recurrent neural network (RNN), long short-term memory (LSTM), and transformer, applied to predict financial asset prices using historical time series data. The main problem addressed is the absence of a systematic study evaluating the combined effect of weight initialization methods and activation functions in time-series prediction models, particularly regarding convergence speed, prediction accuracy, and the model's ability to capture price variability. The results show that RNN and LSTM have better training stability, are able to converge in one epoch, and provide high prediction performance ($RMSE < 3.7$, $MAPE < 0.015$, R^2 close to 0.9999). In contrast, Transformer showed lower prediction performance ($RMSE$ around 37, $MAPE$ around 0.58, R^2 between 0.9884–0.9885) and tended to overfitting on various strategy combinations. In RNN and LSTM models, the All-Zeros (AZ) and ReLU combination specifically degrades stability and leads to overfitting. The superiority of RNN and LSTM is attributed to their sequential architectures, which are more effective at learning short-term temporal patterns and more robust to suboptimal weight initialization. Therefore, selecting an appropriate combination of weight initialization and activation function plays a key role in enhancing model performance. These findings contribute empirical evidence to the importance of configuration choices in deep learning for time-series forecasting. The results can be applied in the development of deep learning-based financial asset prediction and recommendation systems, particularly for assets with long historical records and volatile market conditions.

Keywords: deep learning, asset financial prediction, weight initialization, financial time series.

References

1. Achury-Calderón, F., Arredondo, J. A., Sánchez Ascanio, L. C. (2025). A novel predictive analytics model for forecasting short-term trends in equity assets prices. *Decision Analytics Journal*, 14, 100534. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2024.100534>
2. Tan, J., Deveci, M., Li, J., Zhong, K. (2024). Asset pricing via fused deep learning with visual clues. *Information Fusion*, 102, 102049. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2023.102049>
3. Chen, Y., Zhang, L., Xie, Z., Zhang, W., Li, Q. (2025). Unraveling asset pricing with AI: A systematic literature review. *Applied Soft Computing*, 175, 112978. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2025.112978>
4. Harumy, H. F., Hardi, S. M., Al Banna, M. F. (2024). EarlyStage Diabetes Risk Detection Using Comparison of Xgboost, Lightgbm, and Catboost Algorithms. *Advanced Information Networking and Applications*, 12–24. https://doi.org/10.1007/978-3-031-57931-8_2
5. Al-Selwi, S. M., Hassan, M. F., Abdulkadir, S. J., Muneer, A., Sumiea, E. H., Alqushaibi, A., Ragab, M. G. (2024). RNN-LSTM: From applications to modeling techniques and beyond – Systematic review. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*, 36 (5), 102068. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2024.102068>
6. Kim, D.-K., Kim, K. (2022). A Convolutional Transformer Model for Multivariate Time Series Prediction. *IEEE Access*, 10, 101319–101329. <https://doi.org/10.1109/access.2022.3203416>
7. Ahmed, S., Nielsen, I. E., Tripathi, A., Siddiqui, S., Ramachandran, R. P., Rasool, G. (2023). Transformers in Time-Series Analysis: A Tutorial. *Circuits, Systems, and Signal Processing*, 42 (12), 7433–7466. <https://doi.org/10.1007/s00034-023-02454-8>
8. Ahn, J. Y., Kim, Y., Park, H., Park, S. H., Suh, H. K. (2024). Evaluating Time-Series Prediction of Temperature, Relative Humidity, and CO₂ in the Greenhouse with Transformer-Based and RNN-Based Models. *Agronomy*, 14 (3), 417. <https://doi.org/10.3390/agronomy14030417>
9. de Pater, I., Mitici, M. (2023). A mathematical framework for improved weight initialization of neural networks using Lagrange multipliers. *Neural Networks*, 166, 579–594. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2023.07.035>
10. Harumy, T., Ginting, D. S. Br. (2021). Neural Network Enhancement Forecast of Dengue Fever Outbreaks in Coastal Region. *Journal of Physics: Conference Series*, 1898 (1), 012027. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1898/1/012027>
11. Harumy, T. H. F., Zarlis, M., Lydia, M. S., Efendi, S. (2023). A novel approach to the development of neural network architecture based on metaheuristic protis approach. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (4 (124)), 46–59. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.281986>
12. Ghallabi, F., Souissi, B., Du, A. M., Ali, S. (2025). ESG stock markets and clean energy prices prediction: Insights from advanced machine learning. *International Review of Financial Analysis*, 97, 103889. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2024.103889>
13. Xu, F., Tan, S. (2021). Deep learning with multiple scale attention and direction regularization for asset price prediction. *Expert Systems with Applications*, 186, 115796. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115796>
14. Abolmakarem, S., Abdi, F., Khalili-Damghani, K., Didehkhani, H. (2022). A Multi-Stage Machine Learning Approach for Stock Price Prediction: Engineered and Derivative Indices. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4074883>
15. Pan, S., Long, S., Wang, Y., Xie, Y. (2023). Nonlinear asset pricing in Chinese stock market: A deep learning approach. *International Review of Financial Analysis*, 87, 102627. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102627>
16. Gülmez, B. (2025). GA-Attention-Fuzzy-Stock-Net: An optimized neuro-fuzzy system for stock market price prediction with genetic algorithm and attention mechanism. *Heliyon*, 11 (3), e42393. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42393>
17. Islam, B. ul, Ahmed, S. F. (2022). Short-Term Electrical Load Demand Forecasting Based on LSTM and RNN Deep Neural Networks. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2022/2316474>
18. Rahman, N. H. A., Yin, C. H., Zulkafli, H. S. (2024). Activation functions performance in multilayer perceptron for time series

- forecasting. Proceedings of the 38th International Conference of the Polymer Processing Society (PPS-38), 3158, 070001. <https://doi.org/10.1063/5.0223864>
19. Sinanc Terzi, D. (2024). Effect of different weight initialization strategies on transfer learning for plant disease detection. *Plant Pathology*, 73 (9), 2325–2343. <https://doi.org/10.1111/ppa.13997>
 20. Srivastava, G., Vashisth, S., Dhali, I., Saraswat, S. (2020). Behavior Analysis of a Deep Feedforward Neural Network by Varying the Weight Initialization Methods. *Smart Innovations in Communication and Computational Sciences*, 167–175. https://doi.org/10.1007/978-981-15-5345-5_15
 21. Alhlffee, M. H. B., Ahmad Abuirbaiha, R. A. (2024). The Effects of Dropout and Weight Initialization on Human Face Classification Accuracy Using Multiple-agent Generative Adversarial Network. 2024 7th International Conference on Information and Computer Technologies (ICICT), 271–276. <https://doi.org/10.1109/iciict62343.2024.00050>
 22. Rajaraman, S., Zamzmi, G., Yang, F., Liang, Z., Xue, Z., Antani, S. (2024). Uncovering the effects of model initialization on deep model generalization: A study with adult and pediatric chest X-ray images. *PLOS Digital Health*, 3 (1), e0000286. <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000286>
 23. Berghout, T., Bentrucia, T., Lim, W. H., Benbouzid, M. (2023). A Neural Network Weights Initialization Approach for Diagnosing Real Aircraft Engine Inter-Shaft Bearing Faults. *Machines*, 11 (12), 1089. <https://doi.org/10.3390/machines11121089>
 24. Boulila, W., Alshanqiti, E., Alzahem, A., Koubaa, A., Mlaiki, N. (2024). An effective weight initialization method for deep learning: Application to satellite image classification. *Expert Systems with Applications*, 254, 124344. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124344>
 25. Wong, K., Dornberger, R., Hanne, T. (2022). An analysis of weight initialization methods in connection with different activation functions for feedforward neural networks. *Evolutionary Intelligence*, 17 (3), 2081–2089. <https://doi.org/10.1007/s12065-022-00795-y>
 26. Mojtahedi, F. F., Yousefpour, N., Chow, S. H., Cassidy, M. (2025). Deep Learning for Time Series Forecasting: Review and Applications in Geotechnics and Geosciences. *Archives of Computational Methods in Engineering*. <https://doi.org/10.1007/s11831-025-10244-5>
 27. Mienye, I. D., Swart, T. G., Obaido, G. (2024). Recurrent Neural Networks: A Comprehensive Review of Architectures, Variants, and Applications. *Information*, 15 (9), 517. <https://doi.org/10.3390/info15090517>
 28. Huang, H., Wang, Z., Liao, Y., Gao, W., Lai, C., Wu, X., Zeng, Z. (2024). Improving the explainability of CNN-LSTM-based flood prediction with integrating SHAP technique. *Ecological Informatics*, 84, 102904. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2024.102904>
 29. Sanz-Cruzado, J., Droukas, N., McCreadie, R. (2024). FAR-Trans: An Investment Dataset for Financial Asset Recommendation. IJCAI-2024 Workshop on Recommender Systems in Finance (FinRecSys). <https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.08692>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.337398

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR ASSESSING THE SOCIETY NATIONAL SECURITY LEVEL BASED ON THE TRIPLE HELIX CONCEPT (p. 32–45)

Serhii Yevseiev

National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1647-6444>

Stanislav Milevskiy

National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5087-7036>

Yevhen Melenti

National Academy of the Security Service
of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2955-2469>

Oleksandr Voitko

National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4610-4476>

Mykhailo Aleksieiev

National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8920-3717>

Bohdan Morklyanyk

Yevhenii Bereznyak Military Academy, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6564-6804>

Serhii Povaliaiev

Kharkiv National Automobile and
Highway University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9027-0132>

Rositsa Shvorak

National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4361-1931>

Yelyzaveta Sevriukova

Simon Kuznets Kharkiv National University
of Economics, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0757-490X>

Dmytro Rykov

Kharkiv National University
of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3427-0290>

The object of research is the process of formation of a network structure and a new, non-hierarchical method of coordinating the links of assessing the society national security level, based on the triple helix concept. The triple helix (network interaction of science, business and the state) is presented as a universal institutional matrix for an innovative type of growth and conditions for continuous updates of the relationships of the political, social and economic part of the society national security level. From these positions, the concept of the triple helix allows to form the principles of managing the society national security level under the conditions of interaction of its parts. In this case, the main indicators of national security are taken into account. The economic and social situation at the local level directly affects the stability, manageability, civic cohesion and the country's ability to resist external and internal threats. The proposed models provide the formation of the national security level integrated indicator model through the main factors of the political, social and economic components. The conducted studies provide a more objective assessment of "preventive" security measures in the context of providing data from state bodies and operational information from law enforcement agencies. At the same time, both quantitative and qualitative assessments of the national security level are taken into account, which provides confidence in ensuring the national security level of the state as a whole. The proposed method for assessing the national security level is based on a model for calculating the integral indicator of the regional society national security level, which ensures timely intervention by authorities and state institutions in stabilizing and/or increasing the national security level. Thus, at the beginning of 2022 in Lviv (Ukraine) it was 65.75 (stable region), in Mariupol (Ukraine) – 32.75 (before occupation, risk to security).

Keywords: triple helix, clusters, national security system, integral assessment indicator.

References

1. Etzkowitz, H., Leydesdorff, L. (1995). The Triple Helix---University-Industry-Government Relations: A Laboratory For Knowledge Based Economic Development. *EASST Review*, 14 (1). Available at: https://www.researchgate.net/publication/241858820_The_Triple_Helix_-_University-Industry-Government_Relations_A_Laboratory_for_Knowledge_Based_Economic_Development
2. Etzkowitz, H. (2008). *The Triple Helix: University-Industry-Government Innovation in Action*. Routledge, 180. <https://doi.org/10.4324/9780203929605>
3. Hasumi, Y. (2007). Roles of International Organizations and the EU in Governing the Global Economy: Implications for Regional Cooperation in Asia. *The Third EU-NESCA Workshop*. Korea University.
4. Lindholm, A. (2010). *The EU Strategy for the Baltic Sea Region. Update from European Commission. State of the Region Report 2010*.
5. Gadetska, S., Dubnitskiy, V., Kushneruk, Y., Ponochovnyi, Y., Khodyrev, A. (2024). Simulation of exchange processes in multi-component environments with account of data uncertainty. *Advanced Information Systems*, 8 (1), 12–23. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2024.1.02>
6. Hospers, G.-J., Desrochers, P., Sautet, F. (2008). The next Silicon Valley? On the relationship between geographical clustering and public policy. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 5 (3), 285–299. <https://doi.org/10.1007/s11365-008-0080-5>
7. Drucker, P. F. (1992). *The New Society of Organizations*. Harvard Business Review.
8. Ketels, C. (2009). *Clusters, Cluster Policy, and Swedish Competitiveness in the Global Economy*. Expert report No. 30 to Sweden's Globalisation Council.
9. Schebesch, K. B., Ššoim, H. F., Blaga, R. L. (2024). The triple-helix model as foundation of innovative entrepreneurial ecosystems. *Journal of Ethics in Entrepreneurship and Technology*, 4 (2), 104–129. <https://doi.org/10.1108/jeet-08-2024-0026>
10. Kunwar, R. R., Ulak, N. (2024). Extension of the Triple Helix to Quadruple to Quintuple Helix Model. *Journal of APF Command and Staff College*, 7 (1), 241–280. <https://doi.org/10.3126/japfsc.v7i1.67006>
11. Lassa, J. (2021). Food Security is a Triple-helix security phenomenon: An observation from COVID-19 in Indonesia. *COVID-19 beyond Health Insecurity*. Available at: <https://conference.ihsa.info/call-for-papers/view/2714/>
12. Yang, Y., Egelund Holgaard, J. (2012). The important role of civil society groups in eco-innovation: a triple helix perspective. *Journal of Knowledge-Based Innovation in China*, 4 (2), 132–148. <https://doi.org/10.1108/17561411211235730>
13. Giraldo Martinez, G. A., Valencia Pérez, L. R. (2022). The Triple Helix and its Intervention in the Research and Development of Products for International Security and Defense. *Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad*, 17 (1), 31–46. <https://doi.org/10.18359/ries.5600>
14. Kotnik, Ž., Klun, M. (2025). The Reluctance of the Local Public Administration to Participate in the Triple Helix. *NISPAcee Journal of Public Administration and Policy*, 18 (1), 77–99. <https://doi.org/10.2478/nispa-2025-0005>
15. Kośmider, T. (2023). National Security And Social Capacity. *International Journal of Legal Studies (IJOLS)*, 15 (3), 11–19. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0054.2801>
16. Katz, Y. (2025). The Controversy Over Equitable Burden-Sharing In Israel's National Defense. *International Journal of Social Science and Human Research*, 08 (04). <https://doi.org/10.47191/ijsshr/v8-i4-34>
17. Grubicka, J. G., Nitka, M. (2023). Security versus the inclusive vision of the digital society determinants of selected aspects of cyber security. *Zeszyty Naukowe SGSP*, 86, 205–219. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0053.7155>
18. Linton, G. (2024). Triple Helix Dynamics and Hybrid Organizations: An Analysis of Value Creation Processes. *Journal of the Knowledge Economy*, 15 (4), 20797–20822. <https://doi.org/10.1007/s13132-024-01911-2>
19. Espuny, M., Reis, J. S. da M., Giupponi, E. C. B., Rocha, A. B. T., Costa, A. C. F., Poltronieri, C. F., Oliveira, O. J. de. (2025). The Role of the Triple Helix Model in Promoting the Circular Economy: Government-Led Integration Strategies and Practical Application. *Recycling*, 10 (2), 50. <https://doi.org/10.3390/recycling10020050>
20. Carayannis, E. G., Campbell, D. F. J. (2022). Towards an Emerging Unified Theory of Helix Architectures (EUTOHA): Focus on the Quintuple Innovation Helix Framework as the Integrative Device. *Triple Helix*, 9 (1), 65–75. <https://doi.org/10.1163/21971927-bja10028>
21. Hladchenko, M., Pinheiro, R. (2018). Implementing the Triple Helix Model: Means-Ends Decoupling at the State Level? *Minerva*, 57 (1), 1–22. <https://doi.org/10.1007/s11024-018-9355-3>
22. Yevseiev, S., Ryabukha, Y., Milov, O., Milevskiy, S., Pohasii, S., Melenti, Y. et al. (2021). Development of a method for assessing forecast of social impact in regional communities. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (2 (114)), 30–43. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.249313>
23. Khto za koho proholosuvav u druhomu turi vyboriv Prezydenta Ukrainy: demografichni rezultaty Natsionalnoho ekzyt-polu2019. Available at: <https://www.ukrinform.ua/rubric-presshall/2689257-hto-za-ko-go-progolosuvav-u-drugomu-turi-viboriv-prezidenta-ukraini-demografichni-rezultati-nacionalnogo-ekzitpolu2019.html>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.336111

DEVISING A METHOD FOR ENERGY-EFFICIENT CONTROL OVER A DATA TRANSMISSION PROCESS ACROSS THE MOBILE HIGH-DENSITY INTERNET OF THINGS (p. 46–57)

Heorhii Kuchuk

National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2862-438X>

Oleksandr Mozhaiev

Kharkiv National University of Internal Affairs, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1412-2696>

Serhii Tiulieniev

Scientific Research Center for Forensic Expertise in the Field of Information Technologies and Intellectual Property of the Ministry of Justice of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9685-1536>

Mykhailo Mozhaiev

National Scientific Center "Hon. Prof. M. S. Bokarius Forensic Science Institute" of the Ministry of Justice of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1566-9260>

Nina Kuchuk

National Technical University
"Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0784-1465>

Andrii Lubentsov

Scientific Research Center for Forensic Expertise in the Field of Information Technologies and Intellectual Property of the Ministry of Justice of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1419-6433>

Yurii Onishchenko

Kharkiv National University of Internal Affairs, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7755-3071>

Yurii Gnusov

Kharkiv National University of Internal Affairs, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9017-9635>

Olha Brendel

National Scientific Center "Hon. Prof. M. S. Bokarius Forensic Science Institute" of the Ministry of Justice of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1723-0203>

Viktoriia Roh

Kharkiv National University of Internal Affairs, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7443-5125>

This study's object is the process that controls data transmission across the mobile high-density Internet of Things. The task addressed is to reduce energy consumption when transmitting mobile IoT transactions to fog gateways was by devising a method for energy-efficient data transmission control.

To this end, it was proposed to optimize the distribution of active mobile devices across the fog layer gateways. In the process of research, the architecture of the data transmission subsystem between the boundary and fog layers of the Internet of Things was formed. During the development, an intermediate level of support infrastructure was selected – Communication Layer. That has made it possible to build a mathematical model of the data transmission process control process. The main difference of this model from existing ones is a significant acceleration of calculations when finding a Pareto-optimal solution. To this end, the method of successive concessions was used. It has made it possible to solve a three-criteria optimization problem with objective functions ordered by significance.

The mathematical model has made it possible to devise a method for energy-efficient control over the data transmission process across the mobile high-density Internet of Things. The main difference of this method from existing ones is the optimization of the process simultaneously according to three criteria: energy efficiency, priority, and time. In this case, preference is given to the criterion of energy efficiency of data transmission by mobile IoT devices. That has made it possible to significantly reduce the time of searching for a Pareto-optimal solution when transmitting transactions to a cloud data processing center.

The research results are attributed to the application of the successive concessions method together with the ant colony algorithm with a limited number of iterations. The method proves effective when concessions on the energy resource of mobile devices are from 5 to 15%.

Keywords: Internet of Things transactions, energy resource, fog gateway, Pareto-optimal solution, boundary computations.

References

- Kaur, G., Balyan, V., Gupta, S. H. (2025). Nature inspired optimization of IoT network for delay resistant and energy efficient applications. *Scientific Reports*, 15 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-95138-z>
- Vaiyapuri, T., Parvathy, V. S., Manikandan, V., Krishnaraj, N., Gupta, D., Shankar, K. (2021). A Novel Hybrid Optimization for Cluster-Based Routing Protocol in Information-Centric Wireless Sensor Networks for IoT Based Mobile Edge Computing. *Wireless Personal Communications*, 127 (1), 39–62. <https://doi.org/10.1007/s11277-021-08088-w>
- Muñoz, L. A., Berná Martínez, J. V., Asensi, C. C., Pastor, D. S. (2024). RESEARCH NOTES: Design of a Distributed and Highly Scalable Fog Architecture for Heterogeneous IoT Infrastructures. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, 35 (02), 195–215. <https://doi.org/10.1142/s0218194025430016>
- Alqasimi, A., Al Marzouqi, K., Alhammadi, A., Aljasmi, A., Alnabulsi, A., Al-Ali, A. R. (2025). An IoT-Based Mobile Air Pollution Monitoring System. *Proceedings of IEMTRONICS 2024*, 221–233. https://doi.org/10.1007/978-981-97-4784-9_16
- Kuchuk, N., Kashkevich, S., Radchenko, V., Andrusenko, Y., Kuchuk, H. (2024). Applying edge computing in the execution IoT operative transactions. *Advanced Information Systems*, 8 (4), 49–59. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2024.4.07>
- Tzeng, S.-S., Lin, Y.-J., Wang, S.-W. (2025). Age of Information in IoT Devices With Integrated Heterogeneous Sensors Under Slotted ALOHA. *IEEE Sensors Journal*, 25 (11), 20842–20853. <https://doi.org/10.1109/jsen.2025.3563452>
- Sobchuk, V., Pykhivskiy, R., Barabash, O., Korotin, S., Omarov, S. (2024). Sequential intrusion detection system for zero-trust cyber defense of IOT/IIOT networks. *Advanced Information Systems*, 8 (3), 92–99. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2024.3.11>
- Cui, Y., Shi, G., Xu, L., Ji, J. (2023). Average dwell time based networked predictive control for switched linear systems with data transmission time-varying delays. *IMA Journal of Mathematical Control and Information*, 40 (2), 210–231. <https://doi.org/10.1093/imamci/dnad007>
- Kuchuk, H., Malokhvii, E. (2024). Integration of IoT with cloud, fog, and edge computing: a review. *Advanced Information Systems*, 8 (2), 65–78. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2024.2.08>
- Kuchuk, H., Mozhaiev, O., Tiulieniev, S., Mozhaiev, M., Kuchuk, N., Tymoshchuk, L. et al. (2025). Devising a method for stabilizing control over a load on a cluster gateway in the internet of things edge layer. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (9 (134)), 24–32. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.326040>
- Kuchuk, H., Mozhaiev, O., Kuchuk, N., Tiulieniev, S., Mozhaiev, M., Gnusov, Y. et al. (2024). Devising a method for the virtual clustering of the Internet of Things edge environment. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (9 (127)), 60–71. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.298431>
- Lee, B. M. (2025). Efficient Resource Management for Massive MIMO in High-Density Massive IoT Networks. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 24 (3), 1963–1980. <https://doi.org/10.1109/tmc.2024.3486712>
- Yu, J., Hou, K., Zhang, H., Kostic, B., Yang, M., Nazif, H. (2025). A new energy-aware resources scheduling method for mobile internet of things using a hybrid optimisation algorithm. *International Journal of Mobile Communications*, 25 (2), 176–207. <https://doi.org/10.1504/ijmc.2025.144192>
- Kuchuk, H., Mozhaiev, O., Tiulieniev, S., Mozhaiev, M., Kuchuk, N., Tymoshchuk, L. et al. (2025). Devising a method for forming a stable mobile cluster of the internet of things fog layer. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (4 (133)), 6–14. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.322263>
- Kuchuk, H., Kalinin, Y., Dotsenko, N., Chumachenko, I., Pakhomov, Y. (2024). Decomposition Of Integrated High-Density IoT Data Flow. *Advanced Information Systems*, 8 (3), 77–84. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2024.3.09>
- Yu, J., Yu, G., Chen, Z. (2024). RAllo: Region Attention-based Edge Resource Allocation in Mobile Internet of Things. *GLOBECOM 2024 – 2024 IEEE Global Communications Conference*, 3413–3418. <https://doi.org/10.1109/globecom52923.2024.10901347>
- Zheng, Z., Nazif, H. (2023). An Energy-aware Technique for Resource Allocation in Mobile Internet of Thing (MIoT) Using Selfish Node Ranking and an Optimization Algorithm. *IETE Journal of Research*, 70 (4), 3546–3571. <https://doi.org/10.1080/03772063.2023.2202163>
- Zheng, K., Luo, R., Liu, X., Qiu, J., Liu, J. (2024). Distributed DDPG-Based Resource Allocation for Age of Information Minimization in Mobile Wireless-Powered Internet of Things. *IEEE Internet*

- of Things Journal, 11 (17), 29102–29115. <https://doi.org/10.1109/jiot.2024.3406044>
19. Liu, J., Wei, X., Fan, J. (2019). Tolerable Data Transmission of Mobile Edge Computing Under Internet of Things. *IEEE Access*, 7, 71859–71871. <https://doi.org/10.1109/access.2019.2920442>
 20. Liu, Q., Mo, R., Xu, X., Ma, X. (2020). Multi-objective resource allocation in mobile edge computing using PAES for Internet of Things. *Wireless Networks*, 30 (5), 3533–3545. <https://doi.org/10.1007/s11276-020-02409-w>
 21. Kang, S., Li, K., Wang, R. (2024). A survey on pareto front learning for multi-objective optimization. *Journal of Membrane Computing*, 7 (2), 128–134. <https://doi.org/10.1007/s41965-024-00170-z>
 22. Hu, Y., Qu, Y., Li, W., Huang, Y. (2025). A Pareto Front searching algorithm based on reinforcement learning for constrained multiobjective optimization. *Information Sciences*, 705, 121985. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2025.121985>
 23. Pardalos, P. M., Steponavičė, I., Žilinskas, A. (2011). Pareto set approximation by the method of adjustable weights and successive lexicographic goal programming. *Optimization Letters*, 6 (4), 665–678. <https://doi.org/10.1007/s11590-011-0291-5>
 24. Śliwiński, T. (2024). Efficient Approximation Methods for Lexicographic Max-Min Optimization. *Journal of Telecommunications and Information Technology*, 1, 46–53. <https://doi.org/10.26636/jtit.2024.1.1421>
 25. Zhang, J., Xu, M., Wang, L. (2025). Research on Link Selection and Allocation for IoT Localization Systems Based on an Improved Ant Colony Algorithm. *Cyber Security Intelligence and Analytics*, 140–150. https://doi.org/10.1007/978-3-031-88287-6_13
 26. Zhang, N., Shang, F., Li, X., Zhu, W. (2022). Research on Test Data Generation Method of IOT Management Platform Based on Ant Colony Algorithm. 2022 11th International Conference of Information and Communication Technology (ICTech), 175–178. <https://doi.org/10.1109/ictech55460.2022.00042>
 27. Zhao, H.-Y., Wang, J.-C., Guan, X., Wang, Z.-H., He, Y.-H., Xie, H.-L. (2019). Ant Colony System for Energy Consumption Optimization in Mobile IoT Networks. *Journal of Circuits, Systems and Computers*, 29 (09), 2050150. <https://doi.org/10.1142/s0218126620501509>
 28. Petrovska, I., Kuchuk, H., Kuchuk, N., Mozhaiev, O., Pochebut, M., Onishchenko, Y. (2023). Sequential Series-Based Prediction Model in Adaptive Cloud Resource Allocation for Data Processing and Security. 2023 13th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), 1–6. <https://doi.org/10.1109/dessert61349.2023.10416496>
 29. Kuchuk, H., Husieva, Y., Novoselov, S., Lysytsia, D., Krykhovetskyi, H. (2025). Load Balancing Of The Layers IoT Fog-Cloud Support Network. *Advanced Information Systems*, 9 (1), 91–98. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2025.1.11>
 30. Kuchuk, H., Mozhaiev, O., Tiulieniev, S., Mozhaiev, M., Kuchuk, N., Tymoshchyk, L. et al. (2025). Devising a method for increasing data transmission speed in monitoring systems based on the mobile high-density internet of things. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (4 (135)), 52–61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.330644>
 31. Bhajantri, L. B., Gangadharaiyah, S. (2022). Heuristic-Based Resource Allocation for Internet of Things in Gateway Centric Multi-layer Fog Computing. *ICT Systems and Sustainability*, 567–579. https://doi.org/10.1007/978-981-19-5221-0_54
 32. Datsenko, S., Kuchuk, H. (2023). Biometric authentication utilizing convolutional neural networks. *Advanced Information Systems*, 7 (2), 87–91. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2023.2.12>
 33. Singh, S. P., Singh, P., Diwakar, M., Kumar, P. (2024). Improving quality of service for Internet of Things (IoT) in real life application: A novel adaptation based Hybrid Evolutionary Algorithm. *Internet of Things*, 27, 101323. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101323>
 34. Zhou, Y., Liu, X., Hu, S., Wang, Y., Yin, M. (2022). Combining maximum ant system with effective local search for solving the maximum set k-covering problem. *Knowledge-Based Systems*, 239, 108000. <https://doi.org/10.1016/j.knsys.2021.108000>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.335688
DEVELOPMENT OF A POLYMODEL COMPLEX
OF INFORMATION SYSTEMS RESOURCE
MANAGEMENT (p. 58–72)

Andrii Shyshatskyi

State University "Kyiv Aviation Institute", Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6731-6390>

Ganna Plekhova

Kharkiv National Automobile and

Highway University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6912-6520>

Oleksandr Lytvynenko

Military Institute of Taras Shevchenko

National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-6541-3621>

Igor Shostak

National Aerospace University

"Kharkiv Aviation Institute", Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3051-0488>

Olena Feoktystova

National Aerospace University

"Kharkiv Aviation Institute", Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8490-3108>

Elena Odarushchenko

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2293-2576>

Anna Lyashenko

Kruty Heroes Military Institute of Telecommunications and

Information Technology, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5318-8663>

Dmytro Honcharuk

National Defense University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3664-3636>

Yevhenii Kapran

Kruty Heroes Military Institute of Telecommunications and

Information Technology, Kyiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0009-0009-9131-5756>

Hennadii Miahkykh

National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4491-5395>

The object of the study is information systems. The research addresses the problem of increasing the accuracy of modeling the functioning processes of information systems. A polymodel complex for resource management in information systems has been developed.

The originality of the research is ensured by:

- a comprehensive description of the functioning processes of various types of information systems through the development of corresponding mathematical expressions, which enhances the accuracy of modeling for subsequent managerial decision-making;
- the inclusion of both static and dynamic processes occurring within information systems, using a hierarchical system of interconnected mathematical models;

- the ability to model either an individual process within an information system or to perform integrated modeling of multiple processes using a single or a set of mathematical models;
- a dynamic description of the process of controlling the trajectory of information systems during their operation through proposed analytical expressions, enabling forecasting of the system's behavior N steps ahead;
- modeling the process of operations management during computational tasks within the functioning of information systems, which allows for planning of optimal load distribution on the hardware components;
- simulation of the dynamics of resource management in information systems during their operation, making it possible to forecast the engagement of resources throughout their lifecycle.

The proposed polymodel complex is advisable to use for solving management tasks of information systems characterized by a high level of complexity.

Keywords: artificial intelligence, destabilizing factors, operational levels, indicators, criteria, efficiency, reliability.

References

1. Sova, O., Radzivilov, H., Shyshatskyi, A., Shvets, P., Tkachenko, V., Nevhad, S. et al. (2022). Development of a method to improve the reliability of assessing the condition of the monitoring object in special-purpose information systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (3 (116)), 6–14. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254122>
2. Dudnyk, V., Sinenko, Y., Matsyk, M., Demchenko, Y., Zhyvotovskiy, R., Repilo, I. et al. (2020). Development of a method for training artificial neural networks for intelligent decision support systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (2 (105)), 37–47. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.203301>
3. Sova, O., Shyshatskyi, A., Salnikova, O., Zhuk, O., Trotsko, O., Hrokholskyi, Y. (2021). Development of a method for assessment and forecasting of the radio electronic environment. *EUREKA: Physics and Engineering*, 4, 30–40. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2021.001940>
4. Kuchuk, N., Merlak, V., Skorodelov, V. (2020). A method of reducing access time to poorly structured data. *Advanced Information Systems*, 4 (1), 97–102. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2020.1.14>
5. Meleshko, Y., Drieiev, O., Drieieva, H. (2020). Method of identification bot profiles based on neural networks in recommendation systems. *Advanced Information Systems*, 4 (2), 24–28. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2020.2.05>
6. Wang, J., Neil, M., Fenton, N. (2020). A Bayesian network approach for cybersecurity risk assessment implementing and extending the FAIR model. *Computers & Security*, 89, 101659. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2019.101659>
7. Matheu-García, S. N., Hernández-Ramos, J. L., Skarmeta, A. F., Baldini, G. (2019). Risk-based automated assessment and testing for the cybersecurity certification and labelling of IoT devices. *Computer Standards & Interfaces*, 62, 64–83. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2018.08.003>
8. Henriques de Gusmão, A. P., Mendonça Silva, M., Poletto, T., Camara e Silva, L., Cabral Seixas Costa, A. P. (2018). Cybersecurity risk analysis model using fault tree analysis and fuzzy decision theory. *International Journal of Information Management*, 43, 248–260. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.08.008>
9. Folorunso, O., Mustapha, O. A. (2015). A fuzzy expert system to Trust-Based Access Control in crowdsourcing environments. *Applied Computing and Informatics*, 11 (2), 116–129. <https://doi.org/10.1016/j.aci.2014.07.001>
10. Mohammad, A. (2020). Development of the concept of electronic government construction in the conditions of synergetic threats. *Technology Audit and Production Reserves*, 3 (2 (53)), 42–46. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2020.207066>
11. Bodin, L. D., Gordon, L. A., Loeb, M. P., Wang, A. (2018). Cybersecurity insurance and risk-sharing. *Journal of Accounting and Public Policy*, 37 (6), 527–544. <https://doi.org/10.1016/j.jaccpubpol.2018.10.004>
12. Cormier, A., Ng, C. (2020). Integrating cybersecurity in hazard and risk analyses. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 64, 104044. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2020.104044>
13. Hoffmann, R., Napiórkowski, J., Protasowicki, T., Stanik, J. (2020). Risk based approach in scope of cybersecurity threats and requirements. *Procedia Manufacturing*, 44, 655–662. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.243>
14. Perrine, K. A., Levin, M. W., Yahia, C. N., Duell, M., Boyles, S. D. (2019). Implications of traffic signal cybersecurity on potential deliberate traffic disruptions. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 120, 58–70. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.12.009>
15. Promyslov, V. G., Semenov, K. V., Shumov, A. S. (2019). A Clustering Method of Asset Cybersecurity Classification. *IFAC-PapersOnLine*, 52 (13), 928–933. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.313>
16. Zarreh, A., Saygin, C., Wan, H., Lee, Y., Bracho, A. (2018). A game theory based cybersecurity assessment model for advanced manufacturing systems. *Procedia Manufacturing*, 26, 1255–1264. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.07.162>
17. Kosko, B. (1986). Fuzzy cognitive maps. *International Journal of Man-Machine Studies*, 24 (1), 65–75. [https://doi.org/10.1016/s0020-7373\(86\)80040-2](https://doi.org/10.1016/s0020-7373(86)80040-2)
18. Levashenko, V., Liashenko, O., Kuchuk, H. (2020). Building Decision Support Systems based on Fuzzy Data. *Advanced Information Systems*, 4 (4), 48–56. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2020.4.07>
19. Kashkevich, S. (Ed.) (2025). Decision support systems: mathematical support. Kharkiv: TECHNOLOGY CENTER PC. <https://doi.org/10.15587/978-617-8360-13-9>
20. Shyshatskyi, A. (Ed.) (2024). Information and control systems: modelling and optimizations. Kharkiv: TECHNOLOGY CENTER PC. <https://doi.org/10.15587/978-617-8360-04-7>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.337528

DEVELOPMENT OF METHODS FOR INTELLIGENT ASSESSMENT OF PARAMETERS IN DECISION SUPPORT SYSTEMS (p. 73–82)

Anastasiia Voznytsia

State University "Kyiv Aviation Institute", Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3767-7354>

Nataliia Sharonova

Kharkiv National Automobile and

Highway University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9878-1761>

Vitalina Babenko

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4816-4579>

Viktor Ostapchuk

Military Institute of Telecommunications and Informatization

named after Heroes of Kruty, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5686-0198>

Serhii Neronov

Kharkiv National Automobile and

Highway University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2381-1271>

Serhii Feoktystov

National Aerospace University
"Kharkiv Aviation Institute", Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2253-3944>

Roman Chetverikov

Odesa Polytechnic National University, Odesa, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1401-6850>

Oleksandr Prokopenko

National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5482-0317>

Ivan Starynskyi

National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2001-7718>

Maksym Stoichev

Military Institute of Telecommunications and Informatization
named after Heroes of Kruty, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7423-2384>

The object of the study is decision support systems.

The subject of the study is the process of evaluating the parameters of decision support systems.

The problem addressed in the study is improving the reliability of parameter evaluation in decision support systems while ensuring the required operational efficiency, regardless of the volume of incoming data.

The originality of the proposed method lies in the application of additional advanced procedures, which enable the following:

- verification of the topology and parameters of decision support systems, taking into account the degree of uncertainty in the initial data, achieved through the use of an improved penguin colony algorithm;
- preliminary selection of individuals for configuring an evolving artificial neural network using an improved genetic algorithm, which reduces solution search time and increases the reliability of the obtained results;
- adjustment of the weights of the evolving artificial neural network, leading to improved accuracy in parameter evaluation of decision support systems;
- implementation of additional mechanisms for tuning the parameters of the evolving artificial neural network through modification of the membership function;
- enhancement of the reliability of parameter evaluation in decision support systems via parallel assessment using multiple evaluation methods;
- utilization of a hybrid evaluation of decision support system parameters, enabling correct operation in the absence of conditions such as stationarity, homogeneity, normality, and independence.

An example of applying the proposed methodology to the evaluation of decision support system parameters has been conducted. The experiment demonstrated an increase in the reliability of parameter evaluation by 17–21% through the use of additional procedures, while maintaining the specified level of operational efficiency.

Keywords: artificial neural networks, improved genetic algorithm, destabilizing factors, metaheuristic algorithm.

References

1. Bashkyrov, O. M., Kostyna, O. M., Shyshatskyi, A. V. (2015). Rozvytok intehrovanykh system zviazku ta peredachi danykh dlia potreby Zbroinykh Syl. *Ozbroiennia ta viyskova tekhnika*, 1, 35–39. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ovt_2015_1_7
2. Dudnyk, V., Sinenko, Y., Matsyk, M., Demchenko, Y., Zhyvotovskiy, R., Repilo, I. et al. (2020). Development of a method for training artificial neural networks for intelligent decision support systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (2 (105)), 37–47. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.203301>
3. Sova, O., Shyshatskyi, A., Salnikova, O., Zhuk, O., Trotsko, O., Hrokholskyi, Y. (2021). Development of a method for assessment and forecasting of the radio electronic environment. *EUREKA: Physics and Engineering*, 4, 30–40. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2021.001940>
4. Pievtsov, H., Turinskyi, O., Zhyvotovskiy, R., Sova, O., Zvieriev, O., Lanetskii, B., Shyshatskyi, A. (2020). Development of an advanced method of finding solutions for neuro-fuzzy expert systems of analysis of the radioelectronic situation. *EUREKA: Physics and Engineering*, 4, 78–89. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001353>
5. Zuiiev, P., Zhyvotovskiy, R., Zvieriev, O., Hatsenko, S., Kuprii, V., Nakonechnyi, O. et al. (2020). Development of complex methodology of processing heterogeneous data in intelligent decision support systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (9 (106)), 14–23. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.208554>
6. Shyshatskyi, A. (2020). Complex Methods of Processing Different Data in Intellectual Systems for Decision Support System. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9 (4), 5583–5590. <https://doi.org/10.30534/ijatce/2020/206942020>
7. Yeromina, N., Kurban, V., Mykus, S., Peredrii, O., Voloshchenko, O., Kosenko, V. et al. (2021). The Creation of the Database for Mobile Robots Navigation under the Conditions of Flexible Change of Flight Assignment. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 11 (5), 37–44. https://doi.org/10.46338/ijetae0521_05
8. Shyshatskyi, A., Stasiuk, T., Odarushchenko, E., Berezanska, K., Demianenko, H. (2023). Method of assessing the state of hierarchical objects based on bio-inspired algorithms. *Advanced Information Systems*, 7 (3), 44–48. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2023.3.06>
9. Ko, Y.-C., Fujita, H. (2019). An evidential analytics for buried information in big data samples: Case study of semiconductor manufacturing. *Information Sciences*, 486, 190–203. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.01.079>
10. Ramaji, I. J., Memari, A. M. (2018). Interpretation of structural analytical models from the coordination view in building information models. *Automation in Construction*, 90, 117–133. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.02.025>
11. Pérez-González, C. J., Colebrook, M., Roda-García, J. L., Rosa-Remedios, C. B. (2019). Developing a data analytics platform to support decision making in emergency and security management. *Expert Systems with Applications*, 120, 167–184. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.11.023>
12. Chen, H. (2018). Evaluation of Personalized Service Level for Library Information Management Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *Procedia Computer Science*, 131, 952–958. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.233>
13. Chan, H. K., Sun, X., Chung, S.-H. (2019). When should fuzzy analytic hierarchy process be used instead of analytic hierarchy process? *Decision Support Systems*, 125, 113114. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2019.113114>
14. Osman, A. M. S. (2019). A novel big data analytics framework for smart cities. *Future Generation Computer Systems*, 91, 620–633. <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.06.046>
15. Gödri, I., Kardos, C., Pfeiffer, A., Váncza, J. (2019). Data analytics-based decision support workflow for high-mix low-volume production systems. *CIRP Annals*, 68 (1), 471–474. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2019.04.001>
16. Harding, J. L. (2013). Data quality in the integration and analysis of data from multiple sources: some research challenges. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XL-2/W1, 59–63. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-xl-2-w1-59-2013>

17. Kosko, B. (1986). Fuzzy cognitive maps. *International Journal of Man-Machine Studies*, 24 (1), 65–75. [https://doi.org/10.1016/s0020-7373\(86\)80040-2](https://doi.org/10.1016/s0020-7373(86)80040-2)
18. Koval, M., Sova, O., Shyshatskyi, A., Artabaiev, Y., Garashchuk, N., Yivzhenko, Y. et al. (2022). Improving the method for increasing the efficiency of decision-making based on bio-inspired algorithms. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (4 (120)), 6–13. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.268621>
19. Kashkevich, S. (Ed.) (2025). *Decision support systems: mathematical support*. Kharkiv: TECHNOLOGY CENTER PC, 202. <https://doi.org/10.15587/978-617-8360-13-9>
20. Litvinenko, O., Kashkevich, S., Shyshatskyi, A., Dmytriieva, O., Neronov, S., Plekhova, G. et al.; Shyshatskyi, A. (Ed.) (2024). *Information and control systems: modelling and optimizations*. Kharkiv: TECHNOLOGY CENTER PC, 180. <https://doi.org/10.15587/978-617-8360-04-7>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.335274

**PARAMETER EVALUATION OF COMPLEX
MANEUVERING TARGETS USING KALMAN FILTERING
AND MULTI-MODEL ADAPTATION (p. 83–90)**

Nguyen Thi Dieu Linh

Hanoi University of Industry, Hanoi, Vietnam
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8596-392X>

Dao Xuan Hien

Academy of Military Science and Technology, Hanoi, Vietnam
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2247-7111>

Nguyen Van Bang

Air Defence – Air Force Academy, Hanoi, Vietnam
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9354-9283>

The object of research is the system determines the target angular coordinates on the missile's homing head. Current target coordinate determination systems employed in seekers often operate under significant limitations. When a target's actual motion deviates from the simplified, hypothetical model used to synthesize the coordinate system, a critical issue arises: the errors in evaluating both the coordinates and their derivative components rapidly and significantly increase.

Problem that was solved is to evaluate complex maneuvering target parameters. But there is no need to know the target's maneuver frequency.

This study presents a novel filtering algorithm that accurately estimates all parameters of complex maneuvering targets without prior knowledge of their maneuver frequency. The algorithm achieves a significant advantage, reducing estimation error by over 95% within the first 5 seconds. With its simple structure, high stability, and fast convergence, this robust solution is essential for modern guidance systems, greatly enhancing the effectiveness of tracking unpredictable threats.

A key strength of the proposed algorithm lies in its simple structure. Furthermore, it demonstrates high convergence rates and exceptional stability, crucial attributes for real-time applications. Its design also ensures ease of practical implementation, making it a viable solution for contemporary guidance systems.

The algorithm is built on modern control techniques, combining extended Kalman filtering with interactive multi-models. It is necessary to accurately evaluate the target's position, velocity, acceleration, and acceleration derivative without needing to know in advance the target's maneuver frequency.

Keywords: guidance law, missile, homing, maneuvers, estimate.

References

1. Tuan, N. N., Thi, N. D., Van Bang, N., Van Tuyen, T. (2021). Synthesis of Remote Control Law When Taking into Dynamics and Nonlinear of the Missile Stage. *Intelligent Systems and Networks*, 171–180. https://doi.org/10.1007/978-981-16-2094-2_22
2. Nguen, V. B., Dang, K. Vy., Trin', K. F., Nguen, N. T. (2021). Synthesis of the maneuver target acceleration determines algorithm. *Estestvennye i Tekhnicheskie Nauki*, 3 (154). <https://doi.org/10.25633/etn.2021.02.07>
3. Hsueh, M.-H., Huang, C.-I., Fu, L.-C. (2007). A Differential Game Based Guidance Law for the Interceptor Missiles. *IECON 2007 – 33rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, 665–670. <https://doi.org/10.1109/iecon.2007.4460196>
4. Li, X.-R., Jilkov, V. P. (2004). A survey of maneuvering target tracking: approximation techniques for nonlinear filtering. *SPIE Proceedings*. <https://doi.org/10.1117/12.553357>
5. Jiyuan, L., Jun, Z., Yingying, L. (2018). Applying auto-adaptation filter to tracking of maneuvering target in special relative navigation. *J. Northwest, Polytech. Univ.*, 4, 013.
6. Liu, L., Wang, X., Yang, X., Liu, H., Li, J., Wang, P. (2023). Path planning techniques for mobile robots: Review and prospect. *Expert Systems with Applications*, 227, 120254. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120254>
7. Kabir, H., Tham, M.-L., Chang, Y. C. (2023). Internet of robotic things for mobile robots: Concepts, technologies, challenges, applications, and future directions. *Digital Communications and Networks*, 9 (6), 1265–1290. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2023.05.006>
8. Martin, J. G., Muros, F. J., Maestre, J. M., Camacho, E. F. (2023). Multi-robot task allocation clustering based on game theory. *Robotics and Autonomous Systems*, 161, 104314. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2022.104314>
9. Kanoon, Z. E., Al-Araji, A. S., Abdullah, M. N. (2022). Enhancement of Cell Decomposition Path-Planning Algorithm for Autonomous Mobile Robot Based on an Intelligent Hybrid Optimization Method. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 15 (3), 161–175. Available at: <https://inass.org/wp-content/uploads/2022/02/2022063014-2.pdf>
10. Zhang, H., Peng, Q. (2022). PSO and K-means-based semantic segmentation toward agricultural products. *Future Generation Computer Systems*, 126, 82–87. <https://doi.org/10.1016/j.future.2021.06.059>
11. Salama, O. A. A., Eltaib, M. E. H., Mohamed, H. A., Salah, O. (2021). RCD: Radial Cell Decomposition Algorithm for Mobile Robot Path Planning. *IEEE Access*, 9, 149982–149992. <https://doi.org/10.1109/access.2021.3125105>
12. Trung, D., Tuan, N., Bang, N., Tuyen, T. (2021). Synthesis of Line of Sight Angle Coordinate Filter on the Basis of Interactive Multi-Model Evaluation Algorithm. *Informatics and Automation*, 20 (6), 1333–1367. <https://doi.org/10.15622/ia.20.6.6>
13. Rafai, A. N. A., Adzhar, N., Jaini, N. I. (2022). A Review on Path Planning and Obstacle Avoidance Algorithms for Autonomous Mobile Robots. *Journal of Robotics*, 2022, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2022/2538220>
14. Abdulsahab, J. A., Kadhim, D. J. (2023). Classical and Heuristic Approaches for Mobile Robot Path Planning: A Survey. *Robotics*, 12 (4), 93. <https://doi.org/10.3390/robotics12040093>
15. Zhu, K., Zhang, T. (2021). Deep reinforcement learning based mobile robot navigation: A review. *Tsinghua Science and Technology*, 26 (5), 674–691. <https://doi.org/10.26599/tst.2021.9010012>

АНОТАЦІЇ

MATHEMATICS AND CYBERNETICS – APPLIED ASPECTS

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.336050

РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ ТОРГОВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА У НЕСТАБІЛЬНИХ УМОВАХ (с. 6–18)**В. Я. Заруба, Л. В. Потрашкова, О. І. Хорошевський, Т. Ю. Чмерук**

Об'єктом дослідження виступали процеси управління запасами підприємства роздрібної торгівлі в умовах випадкових коливань попиту. Розробки спрямовані на вирішення проблеми складності визначення оптимальних обсягів закупівлі товарів у нестабільних умовах. Як альтернативи запропоновано розглядати дві політики поповнення запасів – політику мінімального запасу товарів і політику постійного резервного запасу з урахуванням можливості перенесення незадоволеного попиту. Кожна з цих політик оцінюється величиною очікуваного операційного ефекту, який враховує дохід від реалізації товарів і втрати від збереження нереалізованих товарів або від незадоволеного попиту. Висунуто гіпотезу, що значення очікуваного операційного ефекту кожної політики може бути розраховано залежно від параметрів закону розподілу ймовірностей обсягів попиту та від економічних характеристик ситуації. Розроблено модель залежності очікуваного оперативного ефекту від обсягів закупівель та параметрів функцій нормального розподілу ймовірностей попиту. Отримано математичні вирази очікуваного операційного ефекту для двох політик, що аналізуються. Проведено порівняльний аналіз ефективності цих політик, який дозволив виявити зони значень показників ситуації вибору, для яких певна політика є найкращою. За певних умов очікуваний операційний ефект для довільно обраної політики може складати лише 70% від операційного ефекту, що відповідає найкращій політиці. Це доводить спроможність адаптивного управління збільшувати операційний ефект, його економічну ефективність.

Ключові слова: випадковий попит, зміни характеристик операційної активності, поповнення запасів, операційний ефект.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.326913

ОЦІНКА ВПЛИВУ ВАГОВОЇ ІНІЦІАЛІЗАЦІЇ НА РЕКУРЕНТНІ ТА ТРАНСФОРМЕРНІ МОДЕЛІ ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ ЦІН ФІНАНСОВИХ АКТИВІВ (с. 19–31)**Andri, Tengku Henny Febriana Harumy, Syahril Efendi**

Об'єктом цього дослідження є модель глибокого навчання, заснована на рекурентній нейронній мережі (РНН), довгій короткочасній пам'яті (ДКП) та трансформаторі, що застосовується для прогнозування цін на фінансові активи з використанням історичних даних часових рядів. Основною проблемою, що розглядається, є відсутність систематичного дослідження, що оцінює комбінований вплив методів ініціалізації ваг та функцій активації в моделях прогнозування часових рядів, зокрема щодо швидкості збіжності, точності прогнозування та здатності моделі враховувати мінливість цін. Результати показують, що РНН та ДКП мають кращу стабільність навчання, здатні збігатися в одну епоху та забезпечують високу продуктивність прогнозування (середньоквадратична похибка $< 3,7$, середня абсолютна відсоткова похибка $< 0,015$, R^2 близько 0,9999). На противагу цьому, трансформер показав нижчу продуктивність прогнозування (середньоквадратична похибка близько 37, середня абсолютна відсоткова похибка близько 0,58, R^2 між 0,9884–0,9885) та мав тенденцію до перенавчання для різних комбінацій стратегій. У моделях РНН та ДКП комбінація All-Zeros та ReLU спеціально погіршує стабільність та призводить до перенавчання. Перевага РНН та ДКП пояснюється їхніми послідовними архітектурами, які ефективніше навчаються короткостроковим часовим патернам та стійкіші до неоптимальної ініціалізації ваг. Тому вибір відповідної комбінації ініціалізації ваг та функції активації відіграє ключову роль у підвищенні продуктивності моделі. Ці результати надають емпіричні докази важливості вибору конфігурації в глибокому навчанні для прогнозування часових рядів. Результати можуть бути застосовані при розробці систем прогнозування та рекомендацій щодо фінансових активів на основі глибокого навчання, особливо для активів з тривалою історією та волатильними ринковими умовами.

Ключові слова: глибоке навчання, фінансове прогнозування активів, ініціалізація ваг, фінансові часові ряди.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.337398

РОЗРОБКА МЕТОДУ ОЦІНКИ РІВНЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ СОЦІУМУ НА ОСНОВІ КОНЦЕПЦІЇ ПОТРІЙНОЇ СПІРАЛІ (с. 32–45)**С. П. Євсєєв, С. В. Мілевський, Є. О. Меленті, О. В. Войтко, М. М. Алексєєв, Б. В. Моркляник, С. І. Поваляєв, Р. І. Шворак, Є. О. Севрюкова, Д. М. Риков**

Об'єктом досліджень є процес становлення мережевого устрою та нового, неієрархічного способу координації зв'язків оцінки рівня національної безпеки соціуму, заснованого на концепції потрійної спіралі. Потрійна спіраль (мережева взаємодія науки, бізнесу та держави) представлена як універсальна інституційна матриця для інноваційного типу зростання та умов безперервних оновлень взаємозв'язків політичної, соціальної та економічної частини рівня нацбезпеки соціуму. З цих позицій концепція потрійної спіралі дозволяє сформулювати принципи управління рівнем національної безпеки соціуму за умов взаємодії її частин. При цьому враховуються основні показники національної безпеки. Економічна та соціальна ситуація на місцевому рівні безпосередньо впливають на стабільність, керованість, громадянську згуртованість і здатність країни протистояти зовнішнім та внутрішнім загрозам. Запропоновані моделі забезпечують формування моделі інтегрованого показника рівня національної безпеки шляхом основних факторів політичної, соціальної та економічної компонент. Проведені дослідження забезпечують більш об'єктивну оцінку «превентивних» заходів безпеки в умовах надання даних від державних органів та оперативної інформації правоохоронних органів. При цьому враховуються як кількісні, так і якісні оцінки рівня національної безпеки, що забезпечує впевненість у забезпеченні рівня національної безпеки держави у цілому. Запропонований метод оцінки рівня національної безпеки базується на моделі розрахунку інтегрального показ-

ника рівня національної безпеки регіонального соціуму, що забезпечує своєчасне втручання органів влади та державних інституцій у стабілізацію та/або підвищення рівня національної безпеки. Так, на початок 2022 року у Львові (Україна) він складає 65,75 (стабільний регіон), у Маріуполі (Україна) – 32,75 (до окупації, ризик для безпеки).

Ключові слова: потрійна спіраль, кластери, національна система безпеки, інтегральний показник оцінки.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.336111

РОЗРОБКА МЕТОДУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ МОБІЛЬНОГО ВИСОКОШІЛЬНОГО ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ (с. 46–57)

Г. А. Кучук, О. О. Можасєв, С. А. Тюленєв, М. О. Можасєв, Н. Г. Кучук, А. В. Лубєнцов, Ю. М. Онищенко, Ю. В. Гнусов, О. І. Брендель, В. Є. Рог

Об'єктом дослідження є процес керування передачею даних мобільного високошвидкісного Інтернету речей. Вирішувалась проблема зменшення енерговитрат при передачі транзакцій мобільного IoT до туманних шлюзів за рахунок розробки методу енергоефективного керування передачею даних. Для цього запропоновано оптимізувати розподіл активних мобільних пристроїв по шлюзах туманного шару. В процесі проведення досліджень сформована архітектура підсистеми передачі даних між граничним та туманним шарами Інтернету речей. При розробці виділений проміжний рівень інфраструктури підтримки – Communication Layer. Це дозволило розробити математичну модель процесу керування процесом передачі даних. Головна відмінність даної моделі від існуючих – суттєве прискорення розрахунків при знаходженні Парето-оптимального рішення. Для цього використаний метод послідовних поступок. Він дозволив розв'язати трьохкритеріальну оптимізаційну задачу із впорядкованими по значущості цільовими функціями. Дана математична модель дозволила розробити метод енергоефективного керування процесом передачі даних мобільного високошвидкісного Інтернету речей. Головна відмінність даного методу від існуючих – оптимізація процесу одночасно по трьох критеріях: енергоефективність, пріоритетність та час. При цьому перевага віддається критерію енергоефективності передачі даних мобільними пристроями IoT. Це дозволило суттєво скоротити час пошуку Парето-оптимального рішення при передачі транзакцій до хмарного центру обробки даних. Отримані результати дослідження можна пояснити використанням методу послідовних поступок разом з алгоритмом мурашиної колонії з обмеженою кількістю ітерацій. Метод є ефективним при можливості поступок за енергоресурсом мобільних пристроїв від 5 до 15%.

Ключові слова: транзакції Інтернету речей, енергоресурс, туманний шлюз, Парето-оптимальне рішення, граничні обчислення.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.335688

РОЗРОБКА ПОЛІМОДЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ (с. 58–72)

А. В. Шишацький, Г. А. Плєхова, О. І. Литвиненко, І. В. Шостак, О. І. Феоктистова, О. Б. Одарущенко, Г. Т. Ляшенко, Д. І. Гончарук, Є. С. Капран, Г. Г. Мягких

Об'єктом дослідження є інформаційні системи. Проблема, яка вирішується в дослідженні, є підвищення точності моделювання процесу функціонування інформаційних систем. Проведено розробку полімодельного комплексу управління ресурсами інформаційних систем. Оригінальність дослідження досягається за рахунок:

- комплексного опису процесу функціонування інформаційних систем різних типів за допомогою розробки відповідних математичних виразів. Зазначене дозволяє підвищити точність моделювання інформаційних систем для послідовних управлінських рішень;
- опису як статичних, так і динамічних процесів, які відбуваються в інформаційних системах з використанням ієрархічної системи взаємопов'язаних математичних моделей;
- здатності провести моделювання як окремо взятого процесу, що відбувається в інформаційній системі, так і комплексно проводити моделювання тих процесів, що в них відбуваються з використанням однієї математичної моделі, або їх сукупності;
- динамічного опису процесу управління рухом інформаційних систем під час функціонування інформаційних систем за допомогою запропонованих аналітичних виразів, чим досягається можливість провести прогнозування руху інформаційної системи на N кроків вперед;
- опису процесу управління операціями, під час проведення розрахункових завдань в процесі функціонування інформаційних систем, чим досягається можливість до планування раціонального навантаження на апаратну частину інформаційних систем;
- проведення моделювання динаміки управління ресурсами інформаційної системи в ході функціонування інформаційних систем, чим досягається здійснювати прогнозування залучення ресурсів інформаційних систем в ході їх функціонування.

Запропонований полімодельний комплекс доцільно використовувати для вирішення завдання управління інформаційними системами, що характеризуються високим ступенем складності.

Ключові слова: штучний інтелект, дестабілізуючі фактори, рівні функціонування, показники, критерії, оперативність, достовірність.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.337528

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ПАРАМЕТРІВ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ (с. 73–82)

А. С. Возниця, Н. В. Шаронова, В. О. Бабенко, В. М. Остапчук, С. М. Нєронов, С. О. Феоктистов, Р. С. Четверіков, О. С. Прокопенко, І. М. Старинський, М. І. Стойчев

Об'єктом дослідження є системи підтримки прийняття рішень. Предметом дослідження є процес оцінювання параметрів систем підтримки прийняття рішень. Проблема, яка вирішується в дослідженні, є підвищення достовірності оцінювання параметрів систем підтримки прийняття рішень при забезпеченні заданої оперативності незалежно від обсягів даних, які надходять на її вхід. Оригінальність методу полягає у використанні додаткових удосконалених процедур, які дозволяють:

- провести верифікацію топології та параметрів систем підтримки прийняття рішень з врахуванням ступеню невизначеності вихідних даних про інформацію, яка відома про неї за рахунок використання удосконаленого алгоритму зграї пінгвінів;

- провести первинний відбір особин для налаштування штучної нейронної мережі, що еволюціонує, що здійснюється з використанням удосконаленого генетичного алгоритму, чим зменшується час пошуку рішення та підвищується достовірність отриманих рішень;

- налаштувати ваги штучної нейронної мережі, що еволюціонує, чим досягається підвищення точності оцінювання параметрів систем підтримки прийняття рішень;

- задіяти додаткові механізми корегування параметрів штучної нейронної мережі, що еволюціонує, за рахунок використання процедури зміни функції належності;

- підвищити достовірність оцінки параметрів системи підтримки прийняття рішень за рахунок паралельної оцінки декількома методами оцінювання;

- використовувати гібридну оцінку параметрів системи підтримки прийняття рішень, чим досягається можливість коректної роботи при відсутності умов стаціонарності, однорідності, нормальності, незалежності.

Проведений приклад використання запропонованої методики на прикладі оцінки параметрів систем підтримки прийняття рішень. Приклад показав підвищення достовірності оцінки параметрів систем підтримки прийняття рішень на рівні 17–21% за рахунок використання додаткових процедур при збереженні заданого рівня оперативності.

Ключові слова: штучні нейронні мережі, удосконалений генетичний алгоритм, дестабілізуючі фактори, метаевристичний алгоритм.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.335274

ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ СКЛАДНИХ МАНЕВРУЮЧИХ ЦІЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ФІЛЬТРАЦІЇ КАЛМАНА ТА БАГАТОМОДЕЛЬНОЇ АДАПТАЦІЇ (с. 83–90)

Nguyen Thi Dieu Linh, Dao Xuan Hien, Nguyen Van Bang

Об'єктом дослідження є система визначення кутових координат цілі на головці самонаведення ракети. Сучасні системи визначення координат цілі, що використовуються в головках самонаведення, часто працюють зі значними обмеженнями. Коли фактичний рух цілі відхиляється від спрощеної гіпотетичної моделі, що використовується для синтезу системи координат, виникає критична проблема: помилки в оцінці як координат, так і їх похідних складових швидко та значно зростають.

Проблема, яку було вирішено, полягає в оцінці параметрів складної маневруючої цілі. Але немає потреби знати частоту маневрування цілі.

У цьому дослідженні представлено новий алгоритм фільтрації, який точно оцінює всі параметри складних маневруючих цілей без попереднього знання їхньої частоти маневрування. Алгоритм досягає значної переваги, зменшуючи похибку оцінки більш ніж на 95% протягом перших 5 секунд. Завдяки своїй простій структурі, високій стабільності та швидкій збіжності, це надійне рішення є важливим для сучасних систем наведення, значно підвищуючи ефективність відстеження непередбачуваних загроз.

Ключовою перевагою запропонованого алгоритму є його проста структура. Крім того, він демонструє високі показники збіжності та виняткову стабільність, що є важливими атрибутами для застосувань у реальному часі. Його конструкція також забезпечує легкість практичної реалізації, що робить його життєздатним рішенням для сучасних систем наведення.

Алгоритм побудовано на сучасних методах керування, поєднуючи розширену фільтрацію Калмана з інтерактивними мульти-моделями. Необхідно точно оцінити положення цілі, швидкість, прискорення та похідну прискорення без необхідності заздалегідь знати частоту маневру цілі.

Ключові слова: закон наведення, ракета, самонаведення, маневри, оцінка.