

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.274063

APPROACH TO THE SYNTHESIS OF AN APERIODIC ROBUST AUTOMATIC CONTROL SYSTEM BASED ON THE GRADIENT-SPEED METHOD OF LYAPUNOV VECTOR FUNCTIONS (p. 6–14)**Mamyrbek Beisenbi**L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Astana, Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2109-4512>**Samal Kaliyeva**L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Astana, Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4561-8045>

One of the actual problems for the theory and practice of control of dynamic objects is the development of methods for research and synthesis of control systems of multidimensional objects.

The paper proposes a universal approach to construct Lyapunov vector functions directly from the equation of state of control system and a new gradient-speed method of Lyapunov vector functions to study aperiodic robust stability of linear control system with m inputs and n outputs.

The study of aperiodic robust stability of automatic control systems is based on the construction of Lyapunov vector functions and gradient-speed dynamic control systems.

The basic statements of Lyapunov's theorem about asymptotic stability and notions of stability of dynamic systems are used. The representation of control systems as gradient systems and Lyapunov functions as potential functions of gradient systems from the catastrophe theory allow to construct the full-time derivative of Lyapunov vector functions always as a sign-negative function equal to the scalar product of the velocity vector on the gradient vector. The conditions of aperiodic robust stability are obtained as a system of inequalities on the uncertain parameters of the automatic control system, which are a condition for the existence of the Lyapunov vector-function.

A numerical example of synthesis of aperiodic robustness of a multidimensional control object is given. The example shows the main stages of the developed synthesis method, the study of the system stability at different values of the coefficients k , confirming the consistency of the proposed method. Transients in the system satisfy all requirements.

Keywords: robust stability, linear multidimensional systems, Lyapunov vector-functions, aperiodic robustly stable systems.

References

1. Beisenbi, M., Kaliyeva, S., Sagymbay, A., Abdugulova, Z., Ostayeva, A. (2021). A new approach for synthesis of the control system by gradient-velocity method of Lyapunov vector functions. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 2 (99), 381–389. Available at: <http://www.jatit.org/volumes/Vol99No2/11Vol99No2.pdf>
2. Chen, H.-G., Han, K.-W. (1997). Robust Controller Design with Damping and Stability Specifications. *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, 20 (2), 400–403. doi: <https://doi.org/10.2514/2.4055>
3. Chen, H.-G., Han, K.-W. (1993). Stability-robustness analysis for linear systems with state-space models. *Journal of the Franklin Institute*, 330 (5), 939–966. doi: [https://doi.org/10.1016/0016-0032\(93\)90087-b](https://doi.org/10.1016/0016-0032(93)90087-b)
4. Barbashin, E. A. (1967). Introduction in the theory of stability. Moscow: Nauka.
5. Andreev, Y. N. (1976). Control of finite dimensional linear objects. Moscow: Nauka.
6. Bailey, F. N. (1965). The Application of Lyapunov's Second Method to Interconnected Systems. *Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics Series A Control*, 3 (3), 443–462. doi: <https://doi.org/10.1137/0303030>
7. Beisenbi, M., Uskenbayeva, G. (2014). The New Approach of Design Robust Stability for Linear Control System. Proceedings of the International Conference on Advances in Electronics and Electrical Technology, Institute of Research engineers and Doctors. Bangkok, 11–18.
8. Kuznetsov, N. V. (2020). Theory of Hidden Oscillations and Stability of Control Systems. *Journal of Computer and Systems Sciences International*, 59 (5), 647–668. doi: <https://doi.org/10.1134/s1064230720050093>
9. Petridis, V., Petridis, S. (2006). Construction of Neural Network Based Lyapunov Functions. The 2006 IEEE International Joint Conference on Neural Network Proceedings. doi: <https://doi.org/10.1109/ijcnn.2006.247233>
10. Parkhomenko, L., Butko, T., Prokhorov, V., Kalashnikova, T., Golovko, T. (2022). Building a model for planning rapid delivery of containers by rail under the conditions of intermodal transportation based on robust optimization. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (3 (119)), 6–16. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.265668>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.274472

DETERMINING THE DETERRENCE FORCES COMPOSITION TO PREVENT THE UNLEASHING OF ENEMY AGGRESSION BASED ON THE PRINCIPLES OF SYSTEM ANALYSIS (p. 15–24)**Mykhailo Koval**The National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2130-2548>**Oleksii Zahorka**The National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1131-0904>**Pavlo Shchypanskyi**The National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0854-733X>**Anatolii Pavlikovskiy**The National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0637-368X>**Andrii Koretskyi**The National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6346-3083>

The task to determine the composition of forces to deter the enemy from starting aggression, that is, to prevent the hot phase of a military conflict, refers to poorly structured problems in the pres-

ence of significant uncertainty. This leads to the application of the methodology of system analysis in solving the task. The set of deterrence forces to defeat the enemy is considered as a complex military system, which is the object of this study.

To determine the composition of the enemy's deterrence forces from unleashing armed aggression, this paper reports a devised methodology. The procedure criterion is the effectiveness of deterrence, which is determined by the required ratio of the combat potentials of the aviation of the opposing sides at the end of hostilities.

According to the methodology of system analysis, the procedure is based on the formation of options for the composition of enemy forces and the composition of deterrence forces, assessing the effectiveness of their use during hostilities.

The effectiveness of the use of forces of opposing parties is assessed by using the method of iterations and methods of queuing theory.

Based on the results of the effectiveness assessment, the selection of options for the composition of the deterrence forces is carried out, for which the condition for ensuring the necessary ratio of the combat potentials of the aviation of the parties at the end of hostilities is met. The rational version of the composition of the deterrence forces from those selected is determined by using the taxonomy method, which has made it possible to solve the problem under study. The rational option determines the combat potentials of the components of the deterrence forces, which correspond to the number of units in their composition.

The above methodology should be used by state and military authorities when planning the creation of enemy deterrence forces against unleashing armed aggression.

The application of the procedure is shown in an illustrative example.

Keywords: armed aggression, composition of deterrence forces, systematic approach, taxonomy method.

References

- Bonin, A. S. (2014). Metodika obosnovaniya neobkholdimogo sostava aviatsionnoy gruppirovki na strategicheskom napravlenii v operatsiyakh nachal'nogo perioda voyny. *Vestnik Akademii voennykh nauk*, 3 (48), 39–42.
- Laneckij, B. N., Lukyanchuk, V. V., Vasilyev, V. A., Koval, I. V. (2012). Development of research on methodological preliminary rationale required quantitative and qualitative composition of the anti-aircraft missile armed group anti-aircraft missile troops. *Nauka i tekhnika Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy*, 3, 58–60. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nitps_2012_3_15
- Zahorka, O., Zahorka, I., Polishchuk, S. (2020). Justification of the Optimal Composition of the Air Defense Troops Grouping. *Advances in Military Technology*, 15 (1), 55–65. doi: <https://doi.org/10.3849/aimt.01303>
- Ryan, A. J. (2011). Military Applications of Complex Systems. *Philosophy of Complex Systems*, 723–780. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-52076-0.50024-9>
- Butvin, B. L., Kryvosheev, V. M. (2008). Ratsionalnyi vybir variantu skladnoi tekhnichnoi systemy u bahatokryterialnyy postanovtsi zadachi. *Suchasni informatsiyni tekhnolohiyi u sferi bezpeky ta oborony*, 3 (3), 10–16.
- Ostankov, V. I., Kazari, P. S. (2012). Metodika sravnitel'noy otsenki boevykh potentsialov voyskovykh formirovaniy i kachestvennogo sootnosheniya sil storon v operatsiyakh. *Voennaya mysl'*, 11, 47–57.
- Brauers, W. K., Zavadskas, E. K. (2009). Robustness of the multi-objective moora method with a test for the facilities sector. *Technological and Economic Development of Economy*, 15 (2), 325–375. doi: <https://doi.org/10.3846/1392-8619.2009.15.352-375>
- Baležentis, A., Baležentis, T., Brauers, W. K. M. (2012). MULTI-MOORA-FG: A Multi-Objective Decision Making Method for Linguistic Reasoning with an Application to Personnel Selection. *Informatica*, 23 (2), 173–190. doi: <https://doi.org/10.15388/informatica.2012.355>
- Kundakci, N. (2018). An integrated method using MACBETH and EDAS methods for evaluating steam boiler alternatives. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 26 (1-2), 27–34. doi: <https://doi.org/10.1002/mcda.1656>
- Zahorka, O., Shchipanskyi, P., Pavlikovskiy, A., Oksiuk, O., Vialkova, V. (2019). Development of methodical provisions regarding the substantiation of the combat structure of forces for activities in the airspace. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (3 (98)), 6–15. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.163082>
- Zahorka, A., Polishuk, S. (2021). Substantiation of the combat composition of the enemy's deterrent forces in crisis situations: methodological provisions. *Zbirnyk Naukovykh Prats Tsentru Voienno-Stratehichnykh Doslidzhen NUOU Imeni Ivana Cherniakhovskoho*, 3 (73), 22–32. doi: <https://doi.org/10.33099/2304-2745/2021-3-73/22-32>
- Rudenko, A. V. (1998). O kriteriyakh dostizheniya tseley vozdu-shnykh operatsiy i operatsiy obedineniy VVS. *Voennaya mysl'*, 2, 46–52.
- Barabaschuk, V. I., Kredentser, B. P., Miroshnichenko, V. I., Kredentser, B. P. (Ed.) (1984). *Planirovanie eksperimenta v tekhnike*. Kyiv: Tekhnika, 200.
- Tomashev, V. N. (2006). O sovershenstvovanii metodov otsenki boevykh vozmozhnostey voysk. *Nauka i voennaya bezopasnost'*, 2, 18–22.
- Zahorka, O. M., Pavlikovskiy, A. K., Koretskyi, A. A., Kyrychenko, S. O., Zahorka, I. O. (2020). Teoretychni osnovy upravlinnia uhrupovanniam viysk (syl) u suchasnykh umovakh zbroinoi borotby. Kyiv: NUOU im. Ivana Cherniakhovskoho, 248.
- Shuenkin, V. A., Donchenko, V. S. (1992). *Prikladnye modeli teorii massovogo obsluzhivaniya*. Kyiv: NMK VO, 398.
- Saati, T., Kerns, K. (1991). *Analiticheskoe planirovanie: organizatsiya sistem*. Moscow: Radio i svyaz', 224.
- Plyuta, V. (1989). *Sravnitel'niy mnogomernyy analiz v ekonometricheskom modelirovanii*. Moscow: Finansy i statistika, 176.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.269284

HIERARCHIC CHANGE SYSTEM DYNAMICS SUPPLY CHAIN MODEL: IMPACT OF DEMAND INFORMATION SHARING ON HOLDING COST AND DOWNSTREAM PROJECT COMPLETION (p. 25–37)

Ahmad Fatih Fudhla

Institut Teknologi Sepuluh Nopember,
Sukolilo, Surabaya, East Java, Indonesia
Universitas Maarif Hasyim Latif,
Taman, Sidoarjo, East Java, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5812-4546>

Budisantoso Wirjodirdjo

Institut Teknologi Sepuluh Nopember,
Sukolilo, Surabaya, East Java, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9463-1393>

The interrelationships between system components are critical to improving the performance of a complex supply chain system. Thus, any improvement or development can be carried out systematically and comprehensively. The complexity of coordination grows as the number of echelons in a supply chain increases. In practice, coordination becomes more difficult to implement in a

supply chain with more echelons. Through demand information sharing, this research attempts to figure out how coordination can have implications for complex multi-echelon supply chains with a modeling approach. The Aggregate Andesite Stone Supply Chain is used as an empirical model with four echelons. Changes in dimensions and values per ton of product in each echelon displacement add complexity. Total holding cost is not the only consideration. The timely completion of projects downstream is also a priority. So the system's behavior that runs and changes over time also needs to be observed. To accommodate this complexity, a system dynamics modeling approach is used. This modeling technique could capture fluctuations in volatile conditions that change in time sequences. The pattern of model behavior shows that demand information sharing in the andesite aggregate supply chain is faint, and the "bullwhip effect" occurs. The demand information sharing can eliminate this effect, reduce up to 73.5 % of total supply chain holding costs, and increase the percentage of project completion on time downstream of the supply chain. These results provide a scientific and practical understanding that although there are many obstacles, demand information sharing can significantly improve performance in multi-echelon complex supply chains and be worthwhile applied.

Keywords: downstream project completion, multi-echelon supply chain, demand information sharing, system dynamics, andesite aggregate stone.

References

- Gronwald, K.-D. (2020). SCM – Supply-Chain-Management. *Integrierte Business-Informationssysteme*, 25–69. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-662-59815-3_3
- Pujawan, I. N., Mahendrawathi, E. (2017). *Supply Chain Management (Edisi 3)*. Yogyakarta, 374.
- Kharsun, L., Kavun-Moshkovska, O., Kotova, M., Nechyporuk, A. (2022). Adaptation of risk management in the supply chains of e-commerce enterprises under the conditions of political instability. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (13 (119)), 6–20. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.265649>
- Wankmüller, C., Reiner, G. (2021). Identifying Challenges and Improvement Approaches for More Efficient Procurement Coordination in Relief Supply Chains. *Sustainability*, 13 (4), 2204. doi: <https://doi.org/10.3390/su13042204>
- Li, S., Zhao, X., Huo, B. (2018). Supply chain coordination and innovativeness: A social contagion and learning perspective. *International Journal of Production Economics*, 205, 47–61. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.07.033>
- Nguyen, W. P. V., Dusadeerungsikul, P. O., Nof, S. Y. (2022). Collaborative Control, Task Administration, and Fault Tolerance for Supply Chain Network-Dynamics. *Springer Series in Supply Chain Management*, 43–78. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-031-09179-7_3
- Arshinder, Kanda, A., Deshmukh, S. G. (2008). Supply chain coordination: Perspectives, empirical studies and research directions. *International Journal of Production Economics*, 115 (2), 316–335. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.05.011>
- Feizabadi, J., Gligor, D., Alibakhshi, S. (2021). Strategic supply chains: a configurational perspective. *The International Journal of Logistics Management*, 32 (4), 1093–1123. doi: <https://doi.org/10.1108/ijlm-09-2020-0383>
- Kurudzhy, Y., Mayorova, I., Moskvichenko, I. (2022). Building a model of supply chains duopoly taking into account the marketing and innovative activities of manufacturing enterprises. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (3 (116)), 15–21. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253821>
- Ren, J., Hao, Y., Liu, Y. (2010). Two-Echelon Supply Chain Coordination with Uncertain Demand. 2010 Third International Conference on Intelligent Networks and Intelligent Systems. doi: <https://doi.org/10.1109/icinis.2010.79>
- Du, R., Banerjee, A., Kim, S.-L. (2013). Coordination of two-echelon supply chains using wholesale price discount and credit option. *International Journal of Production Economics*, 143 (2), 327–334. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.12.017>
- Xu, Y., Wei, W. (2010). Coordinative of one-shot cooperation in two-echelon supply chain. 2010 IEEE International Conference on Software Engineering and Service Sciences. doi: <https://doi.org/10.1109/icsess.2010.5552270>
- Ren, J. Y., Liu, Y. X., Hao, Y. P. (2009). Two-Echelon Supply Chain Coordination with Vendor Managed Inventory. *Applied Mechanics and Materials*, 16-19, 1048–1052. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.16-19.1048>
- Giri, B. C., Bardhan, S. (2017). Sub-supply chain coordination in a three-layer chain under demand uncertainty and random yield in production. *International Journal of Production Economics*, 191, 66–73. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.04.012>
- Seifert, R. W., Zequeira, R. I., Liao, S. (2012). A three-echelon supply chain with price-only contracts and sub-supply chain coordination. *International Journal of Production Economics*, 138 (2), 345–353. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.04.006>
- Yu, Z., Zu, S. (2011). Three-echelon supply chain coordination model based on option-buyback contract. 2011 International Conference on E-Business and E-Government (ICEE). doi: <https://doi.org/10.1109/icebeg.2011.5887240>
- Shaban, A., Costantino, F., Di Gravio, G., Tronci, M. (2020). Coordinating of multi-echelon supply chains through the generalized (R, S) policy. *SIMULATION*, 96 (9), 767–778. doi: <https://doi.org/10.1177/0037549720920708>
- Abdelsalam, H. M., Elassal, M. M. (2014). Joint economic lot sizing problem for a three – Layer supply chain with stochastic demand. *International Journal of Production Economics*, 155, 272–283. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.01.015>
- Hu, J., Zhang, J., Mei, M., Yang, W. min, Shen, Q. (2019). Quality control of a four-echelon agri-food supply chain with multiple strategies. *Information Processing in Agriculture*, 6(4), 425–437. doi: <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2019.05.002>
- Purnomo, M. R. A., Wangsa, I. D., Rizky, N., Jauhari, W. A., Zahria, I. (2022). A multi-echelon fish closed-loop supply chain network problem with carbon emission and traceability. *Expert Systems with Applications*, 210, 118416. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118416>
- Khorshidvand, B., Soleimani, H., Sibdari, S., Seyyed Esfahani, M. M. (2021). Developing a two-stage model for a sustainable closed-loop supply chain with pricing and advertising decisions. *Journal of Cleaner Production*, 309, 127165. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127165>
- Tantiwattanakul, P., Dumrongsiri, A. (2019). Supply chain coordination using wholesale prices with multiple products, multiple periods, and multiple retailers: Bi-level optimization approach. *Computers & Industrial Engineering*, 131, 391–407. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.03.050>
- Haque, M., Paul, S. K., Sarker, R., Essam, D. (2021). A combined approach for modeling multi-echelon multi-period decentralized supply chain. *Annals of Operations Research*, 315 (2), 1665–1702. doi: <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04121-0>
- Marchi, B., Zavanella, L. E., Zanoni, S. (2020). Joint economic lot size models with warehouse financing and financial contracts for hedging stocks under different coordination policies. *Journal of Business Economics*, 90 (8), 1147–1169. doi: <https://doi.org/10.1007/s11573-020-00975-1>

25. Liao, C.-J., Shyu, C.-C., Tseng, C.-T. (2009). A least flexibility first heuristic to coordinate setups in a two- or three-stage supply chain. *International Journal of Production Economics*, 117 (1), 127–135. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.10.002>
26. Buhayenko, V., Ho, S. C., Thorstenson, A. (2018). A variable neighborhood search heuristic for supply chain coordination using dynamic price discounts. *EURO Journal on Transportation and Logistics*, 7 (4), 363–385. doi: <https://doi.org/10.1007/s13676-018-0122-2>
27. Seeler, K. A. (2014). Introduction to System Dynamics. *System Dynamics*, 1–44. doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-9152-1_1
28. Dangerfield, B. (2020). System Dynamics: Introduction. *System Dynamics*, 3–7. doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8790-0_538
29. Breitling, T. (2019). Inter-functional coordination of purchasing and logistics: impact on supply chain performance. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 20(2), 71–88. doi: <https://doi.org/10.1080/16258312.2019.1612226>
30. Wirjodirdjo, B., Ghiffary Budianto, A., Widjanarka, A., Pujawan, I. N., Maflahah, I. (2021). Carrier and Freight Forwarders Strategies to Utilize the Immobile Shipping Capacity of Freight Forwarders and Maximize Profits. *International Journal of Technology*, 12 (4), 876. doi: <https://doi.org/10.14716/ijtech.v12i4.4413>
31. Dogan, M., Cerci, H. S., Koyluoglu, A. S. (2022). The effect of green supply chain practices on the firm performance: an empirical research. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (13 (118)), 61–67. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263634>
32. Large, R. O., Merminod, N. (2019). Special Dossier: inter-functional coordination in the supply chain: myth or reality? *Supply Chain Forum: An International Journal*, 20 (2), 69–70. doi: <https://doi.org/10.1080/16258312.2019.1609276>
33. Qrunflseh, S., Tarafdar, M. (2014). Supply chain information systems strategy: Impacts on supply chain performance and firm performance. *International Journal of Production Economics*, 147, 340–350. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.09.018>
34. Cokins, G., Pohlen, T., Klammer, T. (2021). Why Supply Chain Cost Systems Differ from Traditional Cost Systems. *Supply Chain Costing and Performance Management*, 59–74. doi: <https://doi.org/10.1002/9781119793663.ch5>
35. Iida, T. (2012). Coordination of cooperative cost-reduction efforts in a supply chain partnership. *European Journal of Operational Research*, 222 (2), 180–190. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2012.03.029>
36. Kim, M., Chai, S. (2017). The impact of supplier innovativeness, information sharing and strategic sourcing on improving supply chain agility: Global supply chain perspective. *International Journal of Production Economics*, 187, 42–52. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.02.007>
37. Huang, R., Yao, X. (2021). An analysis of sustainability and channel coordination in a three-echelon supply chain. *Journal of Enterprise Information Management*, 34 (1), 490–505. doi: <https://doi.org/10.1108/jeim-12-2019-0413>
38. Niemsakul, J., Islam, S. M. N., Singkarin, D., Somboonwivat, T. (2018). Cost-benefit sharing in healthcare supply chain collaboration. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 30 (3), 406. doi: <https://doi.org/10.1504/ijlsm.2018.092624>
39. Mouaky, M., Berrado, A., Benabbou, L. (2019). Using a kanban system for multi-echelon inventory management: the case of pharmaceutical supply chains. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 32 (3/4), 496. doi: <https://doi.org/10.1504/ijlsm.2019.098333>
40. Drakaki, M., Tzionas, P. (2019). Investigating the impact of inventory inaccuracy on the bullwhip effect in RFID-enabled supply chains using colored petri nets. *Journal of Modelling in Management*, 14 (2), 360–384. doi: <https://doi.org/10.1108/jm2-08-2017-0081>
41. Khedlekar, U. K., Singh, P. (2019). Three-layer supply chain policy under sharing recycling responsibility. *Journal of Advances in Management Research*, 16 (5), 734–762. doi: <https://doi.org/10.1108/jamr-01-2019-0002>
42. Rached, M. (2020). Genetic Algorithm to Evaluate Downstream and Upstream Information Sharing. *Current Signal Transduction Therapy*, 15 (1), 24–33. doi: <https://doi.org/10.2174/1574362413666180830105740>
43. Haque, M., Paul, S. K., Sarker, R., Essam, D. (2020). Managing decentralized supply chain using bilevel with Nash game approach. *Journal of Cleaner Production*, 266, 121865. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121865>
44. Van Belle, J., Guns, T., Verbeke, W. (2021). Using shared sell-through data to forecast wholesaler demand in multi-echelon supply chains. *European Journal of Operational Research*, 288 (2), 466–479. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.05.059>
45. Ibrahim, A., Daniyal, H., Asmawaty, T., Kamaludin, A. (2021). Potential Data Collections Methods for System Dynamics Modelling: A Brief Overview. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12 (3). doi: <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2021.0120332>
46. Rebs, T., Brandenburg, M., Seuring, S. (2019). System dynamics modeling for sustainable supply chain management: A literature review and systems thinking approach. *Journal of Cleaner Production*, 208, 1265–1280. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.100>
47. Liu, J., Teng, Y., Wang, D., Gong, E. (2019). System dynamic analysis of construction waste recycling industry chain in China. *Environmental Science and Pollution Research*, 27 (30), 37260–37277. doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06739-x>
48. Sundarakani, B., Sikdar, A., Balasubramanian, S. (2014). System dynamics-based modelling and analysis of greening the construction industry supply chain. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 18 (4), 517. doi: <https://doi.org/10.1504/ijlsm.2014.063983>
49. Wang, J., Li, Z., Tam, V. W. Y. (2015). Identifying best design strategies for construction waste minimization. *Journal of Cleaner Production*, 92, 237–247. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.076>
50. Malik, A., Khan, K. I. A., Qayyum, S., Ullah, F., Maqsoom, A. (2022). Resilient Capabilities to Tackle Supply Chain Risks: Managing Integration Complexities in Construction Projects. *Buildings*, 12 (9), 1322. doi: <https://doi.org/10.3390/buildings12091322>
51. Ghufuran, M., Khan, K. I. A., Ullah, F., Nasir, A. R., Al Alahmadi, A. A., Alzaed, A. N., Alwetaishi, M. (2022). Circular Economy in the Construction Industry: A Step towards Sustainable Development. *Buildings*, 12 (7), 1004. doi: <https://doi.org/10.3390/buildings12071004>
52. Nasir, M. H. A., Genovese, A., Acquaye, A. A., Koh, S. C. L., Yamoah, F. (2017). Comparing linear and circular supply chains: A case study from the construction industry. *International Journal of Production Economics*, 183, 443–457. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.06.008>
53. Wang, X., Du, Q., Lu, C., Li, J. (2022). Exploration in carbon emission reduction effect of low-carbon practices in prefabricated building supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 368, 133153. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133153>
54. Yin, Y., Zhang, Y., Jin, K. (2021). System Dynamics Modeling of the Supply Chain Performance of Prefabricated Construction Based on the Stakeholder Analysis. *Journal of Physics: Conference Series*, 1827 (1), 012109. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1827/1/012109>
55. Vanteddu, G., Nicholls, G. (2020). Supply Chain Network Design and Tactical Planning in the Dimension Stone Industry. *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, 13 (4), 320–335. doi: <https://doi.org/10.31387/oscm0430273>

56. Forrester, J. W., Collins, F. (1972). World Dynamics. *Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control*, 94 (4), 339–339. doi: <https://doi.org/10.1115/1.3426619>
57. Forrester, J. W. (2016). Learning through System Dynamics as Preparation for the 21st Century. *System Dynamics Review*, 32 (3-4), 187–203. doi: <https://doi.org/10.1002/sdr.1571>
58. Fudhlaa, A. F., Rachmawati, W., Retnowati, D. (2021). Analysis of sugar import policy effects on sugar cane farmer's income in East Java: A system dynamic approach. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1072 (1), 012023. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1072/1/012023>
59. Barlas, Y. (1989). Multiple tests for validation of system dynamics type of simulation models. *European Journal of Operational Research*, 42 (1), 59–87. doi: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(89\)90059-3](https://doi.org/10.1016/0377-2217(89)90059-3)
60. Shreckengost, R. C. (1985). Dynamic simulation models: how valid are they? *PsycEXTRA Dataset*. doi: <https://doi.org/10.1037/e496952006-007>
61. Olaya, C. (2020). System Dynamics: Engineering Roots of Model Validation. *System Dynamics*, 109–117. doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8790-0_544
62. Ghali, A., Favre, R., Elbadry, M. (2020). *Concrete Structures*. CRC Press, 672. doi: <https://doi.org/10.1201/9781003061274>
63. Nihad, Z., Sarsam, S. I. (2020). Variation of Asphalt Requirement and Strength Properties among Hot Mix (HMA) and Warm Mix (WMA) Asphalt Concrete. *Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences*, 27 (2), 24–33. doi: <https://doi.org/10.33261/jaaru.2020.27.2.003>
64. Amin, F., Khan, K. I. A., Ullah, F., Alqurashi, M., Alsulami, B. T. (2022). Key Adoption Factors for Collaborative Technologies and Barriers to Information Management in Construction Supply Chains: A System Dynamics Approach. *Buildings*, 12 (6), 766. doi: <https://doi.org/10.3390/buildings12060766>
65. Chopra, S. (2018). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation (What's New in Operations Management)*. Pearson, 528.

DOI: [10.15587/1729-4061.2023.274473](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.274473)

DEVELOPMENT OF THE COMPREHENSIVE METHOD OF SITUATION MANAGEMENT OF PROJECT RISKS BASED ON BIG DATA TECHNOLOGY (p. 38–45)

Tetiana Prokopenko

Cherkasy State Technological University, Cherkassy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6204-0708>

Yevhen Lanskykh

Cherkasy State Technological University, Cherkassy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3389-5720>

Valentyn Prokopenko

Cherkasy State Technological University, Cherkassy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3013-7676>

Oleksandr Pidkuiko

Cherkasy State Technological University, Cherkassy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5722-4863>

Yaroslav Tarasenko

Cherkasy State Technological University, Cherkassy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5902-8628>

Project implementation is often carried out under the influence of negative changes in the environment and circumstances characterized as crisis. Therefore, the processes associated with risk management, which is the object of this study, are becoming important. The topic of this study is to increase the efficiency of projects by adapting the project to crisis conditions, promptly de-

veloping and making effective management decisions. For projects, it is necessary not only to identify the current situation as risky but also to determine rational ways to achieve the project goals under crisis conditions. Therefore, a comprehensive method of situational project risk management based on the combined application of situational analysis methods, intelligent and expert methods, as well as Big Data technology, is proposed. Within the framework of the method, a project risk management model has been built in the form of a fuzzy situational graph, which would provide a choice of strategies that could contribute to overcoming a risky situation, as well as reduce the time to make effective management decisions in crisis circumstances. The result of this method is compliance with time constraints, reducing resource overruns and losses in the project, as well as adapting to rapidly changing circumstances and adequate response.

A comprehensive method of situational project risk management is characterized by solving the task to formalize management decision-making procedures and their information support, taking into account the availability of both structured and unstructured data. The proposed procedure for situational project risk management based on the use of Big Data technology can also be the basis of project management information technology and the corresponding decision support system.

Keywords: comprehensive method, situational risk management, fuzzy situational graph, goal achievement index.

References

1. Prokopenko, T., Grigor, O. (2018). Development of the comprehensive method to manage risks in projects related to information technologies. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (3 (92)), 37–43. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.128140>
2. McCarthy, J., Hayes, P. (1969). Some philosophical problems from the standpoint of artificial intelligence. Available at: <https://www-formal.stanford.edu/jmc/mchay69.pdf>
3. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (2013). Project Management Institute, 589. Available at: https://ceullearning.ceu.edu/pluginfile.php/305454/course/overviewfiles/PMBOKGuide_5th_Ed.pdf?forcedownload=1
4. Benov, D. M. (2016). The Manhattan Project, the first electronic computer and the Monte Carlo method. *Monte Carlo Methods and Applications*, 22 (1). doi: <https://doi.org/10.1515/mcma-2016-0102>
5. Leha, Yu. H., Prokopenko, T. O., Danchenko, O. B. (2010). Ekspertni protsedury ta metody pryiniattia rishen v investytsiynikh proektakh. *Visnyk ChDTU*, 2, 69–73.
6. Verma, K. K., Ospanova, A. (2022). Risk Management. *International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology*, 11 (12), 14315.
7. Odubuasi, A. C., Osuagwu, O. V. A., Oby, B. (2021). Effect of Risk Management Committee and Enterprise Risk Management on Performance of Banks in Nigeria. *JETMASE*, 3 (1), 222–233. Available at: https://www.researchgate.net/publication/366187232_Effect_of_Risk_Management_Committee_and_Effect_of_Risk_Management_Committee_and_Enterprise_Risk_Management_on_Performance_of_Banks_in_Nigeria
8. Petyk, L. O., Baskova, Y. S. (2022). The Problems of Financial Risks Management in the Risk Management System and the Methods for Solving. *Business Inform*, 10 (537), 181–186. doi: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-10-181-186>
9. Hong, Y. (Bright), Ly, M., Lin, H. (2022). RPA Risk Management: Points to Consider. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*. doi: <https://doi.org/10.2308/jeta-2022-004>

10. Ladanyuk, A., Prokopenko, T., Reshетиuk, V. (2014). The model of strategic management of organizational and technical systems, taking into account risk-based cognitive approach. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Agriculture (Agricultural and Forest Engineering)*, 63, 97–104.
11. Ladanyuk, A. P., Shumyгаi, D. A., Boiko, R. O. (2013). Situational Coordination of Continuous Technological Complexes Subsystems. *Journal of Automation and Information Sciences*, 45 (8), 68–74. doi: <https://doi.org/10.1615/jautomatinfscien.v45.i8.70>
12. Lohani, A. K., Goel, N. K., Bhatia, K. K. S. (2010). Comparative study of neural network, fuzzy logic and linear transfer function techniques in daily rainfall-runoff modelling under different input domains. *Hydrological Processes*, 25 (2), 175–193. doi: <https://doi.org/10.1002/hyp.7831>
13. Lynch, C. (2008). How do your data grow? *Nature*, 455 (7209), 28–29. <https://doi.org/10.1038/455028a>
14. Bouchon-Meunier, B., Yager, R. R., Zadeh, L. A. (Eds.) (1991). *Uncertainty in Knowledge Bases*. Springer. doi: <https://doi.org/10.1007/bfb0028090>
15. Prokopenko, T. O., Ladaniuk, A. P. (2015). *Informatsiyni tekhnolohiyi upravlinnia orhanizatsiyno-tekhnolohichnymy systemamy*. Cherkasy: Vertykal, vydavets Kandych S.H., 224.
16. Taber, W. R. (1994). Fuzzy Cognitive Maps Model Social Systems. *Artificial Intelligence Expert*, 9, 18–23.
17. Chochowski, I., Chernyshenko, V., Kozyrskiy, V., Kysenko, A., Ladaniuk, V., Lysenko, V. et al. (2014). *Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control*. Kyiv: Tsentr Uchbovii Literatury, 240.
18. Zedeh, L. A. (1989). Knowledge representation in fuzzy logic. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 1 (1), 89–100. doi: <https://doi.org/10.1109/69.43406>
19. Diestel, R. (2005). *Graph Theory*. Electronic Edition. Springer-Verlag. Available at: <https://sites.math.washington.edu/~billey/classes/562.winter.2018/articles/GraphTheory.pdf>
20. Prokopenko, T., Lavdanska, O., Povolotskyi, Y., Obodovskyi, B., Tarasenko, Y. (2021). Devising an integrated method for evaluating the efficiency of scrum-based projects in the field of information technology. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (3 (113)), 46–53. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.242744>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.271822

**INFRASTRUCTURE PROJECT SELECTION
AUTOMATION USING NON-STRUCTURAL FUZZY
DECISION SUPPORT SYSTEM II (p. 46–54)**

Seng Hansen

Podomoro University, West Jakarta, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3474-6065>

Alethea Suryadibrata

Universitas Multimedia Nusantara,
Gading Serpong, Tangerang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5589-8514>

Seng Hansun

Universitas Multimedia Nusantara,
Gading Serpong, Tangerang, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6619-9751>

In this study, we develop a web-based Decision-Making Tool (DMT) based on a four-year research project in building the proper multiple criteria Decision-Making Framework (DMF) for infrastructure project selection automation. Several challenges in selecting and prioritizing infrastructure projects include poor

front-end planning, lack of project funding, improper investment, unsustainable development, regulatory barriers, and poor coordination among stakeholders. The Non-Structural Fuzzy Decision Support System II (NSFDSS-II) is chosen as the main method applied in the proposed DMF since it could resolve complex multi-criteria problems, even without sufficient information provided. When developing the DMT, Agile software development method is used since the development cycle can be run in a light and fast manner with iterative and incremental processes. The DMT is successfully developed by using PHP, HTML, and JavaScript which implement the proposed NSFDSS-II method. We further tested the decision results from the DMT by using eight real past infrastructure projects from relevant infrastructure agencies in Indonesia, such as the Ministry of Public Works and Housing (MPWH), the Ministry of Transportation, and the Local Government. The DMT outcomes were compared with the actual implementation status and evaluated by an independent expert. It was found that the decision results from the developed DMT are in accordance with the real implementation status of evaluated projects. The DMT is recommended to be used for infrastructure project selection automation. However, despite of its fast and accurate result, the DMT should be tested on larger number of infrastructure projects in the future.

Keywords: agile method, artificial intelligence, decision-making tool, NSFDSS-II, projects selection automation.

References

1. Peraturan Presiden (PERPRES) Nomor 58 Tahun 2017. Perubahan atas Peraturan Presiden Nomor 3 Tahun 2016 tentang Percepatan Pelaksanaan Proyek Strategis Nasional. Available at: <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/72972/perpres-no-58-tahun-2017>
2. Griffith, A. F., Gibson, G. E., Hamilton, M. R., Tortora, A. L., Wilson, C. T. (1999). Project Success Index for Capital Facility Construction Projects. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 13 (1), 39–45. doi: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0887-3828\(1999\)13:1\(39\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0887-3828(1999)13:1(39))
3. Safa, M., Haas, C. T., Hipel, K. W., Gray, J. (2013). Front End Planning Tool (FEPT) Based on an Electronic Process Management. *Journal of Construction Engineering and Project Management*, 3 (2), 1–12. doi: <https://doi.org/10.6106/jcepm.2013.3.2.001>
4. Fay, M., Yepes, T. (2003). Investing in Infrastructure: What is Needed from 2000 to 2010? Policy Research Working Papers. doi: <https://doi.org/10.1596/1813-9450-3102>
5. Flyvbjerg, B. (2007). Policy and Planning for Large-Infrastructure Projects: Problems, Causes, Cures. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 34 (4), 578–597. doi: <https://doi.org/10.1068/b32111>
6. Priemus, H. (2010). Mega-projects: Dealing with Pitfalls. *European Planning Studies*, 18 (7), 1023–1039. doi: <https://doi.org/10.1080/09654311003744159>
7. Hansen, S., Too, E., Le, T. (2018). Methods in Developing a Decision-Making Framework for Infrastructure Project Selection during Front-End Planning Phase in a Developing Country. DSC Intertext Symposium. Available at: https://www.researchgate.net/publication/337211816_Methods_in_Developing_a_Decision-Making_Framework_for_Infrastructure_Project_Selection_during_Front-End_Planning_Phase_in_a_Developing_Country
8. Hansen, S., Too, E., Le, T. (2019). Criteria to consider in selecting and prioritizing infrastructure projects. *MATEC Web of Conferences*, 270, 06004. doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201927006004>
9. Hansen, S., Too, E., Le, T. (2020). Expected Characteristics and Features of a Decision-Making Framework for Infrastructure Project Selection: A Structured Thematic Analysis of Interview Data.

- IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 537 (1), 012007. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/537/1/012007>
10. Hansen, S., Too, E., Le, T. (2022). An Epistemic Context-Based Decision-Making Framework for an Infrastructure Project Investment Decision in Indonesia. *Journal of Management in Engineering*, 38 (4). doi: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0001049](https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0001049)
 11. Pamucar, D., Macura, D., Tavana, M., Božanić, D., Knežević, N. (2022). An integrated rough group multicriteria decision-making model for the ex-ante prioritization of infrastructure projects: The Serbian Railways case. *Socio-Economic Planning Sciences*, 79, 101098. doi: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2021.101098>
 12. Ranjbar, M., Nasiri, M. M., Torabi, S. A. (2022). Multi-mode project portfolio selection and scheduling in a build-operate-transfer environment. *Expert Systems with Applications*, 189, 116134. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.116134>
 13. Broniewicz, E., Ogrodnik, K. (2020). Multi-criteria analysis of transportation infrastructure projects. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 83, 102351. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102351>
 14. Dong, W., Zhao, G., Yüksel, S., Dinçer, H., Ubay, G. G. (2022). A novel hybrid decision making approach for the strategic selection of wind energy projects. *Renewable Energy*, 185, 321–337. doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.12.077>
 15. Mohammadnazari, Z., Mousapour Mamoudan, M., Alipour-Vaezi, M., Aghsami, A., Jolai, F., Yazdani, M. (2022). Prioritizing Post-Disaster Reconstruction Projects Using an Integrated Multi-Criteria Decision-Making Approach: A Case Study. *Buildings*, 12 (2), 136. doi: <https://doi.org/10.3390/buildings12020136>
 16. Awasthi, A., Omrani, H., Gerber, P. (2018). Investigating ideal-solution based multicriteria decision making techniques for sustainability evaluation of urban mobility projects. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 116, 247–259. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.06.007>
 17. Han, S. (2016). How can we handle too many criteria/alternatives? A study on AHP structural design. *NUCB Journal of Economics and Information Science*, 60 (2), 103–112.
 18. Polatidis, H., Haralambopoulos, D. A., Bruinsma, F., Vreeker, R., Munda, G. (2009). Decision Aid with the MCDA-RES Software: A Wind-Hydro Energy Application for an Island of the Aegean, Greece. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 4 (4), 407–419. doi: <https://doi.org/10.1080/15567240701759826>
 19. Mu, E., Pereyra-Rojas, M. (2017). *Practical Decision Making: An Introduction to the Analytic Hierarchy Process (AHP) Using Super Decisions v2*. Springer, 111. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-33861-3>
 20. Russo, R. de F. S. M., Camanho, R. (2015). Criteria in AHP: A Systematic Review of Literature. *Procedia Computer Science*, 55, 1123–1132. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.081>
 21. Tam, C. M., Tong, T. K. L., Chiu, G. C. W., Fung, I. W. H. (2002). Non-structural fuzzy decision support system for evaluation of construction safety management system. *International Journal of Project Management*, 20 (4), 303–313. doi: [https://doi.org/10.1016/s0263-7863\(00\)00055-7](https://doi.org/10.1016/s0263-7863(00)00055-7)
 22. Chen, S. Y. (1998). *Engineering Fuzzy Set Theory and Application*. State Security Industry Press.
 23. Lau, W. K., Lam, T. Y. M., Ho, W. M., Wu, W. K. (2017). Remaking the Physical Disability Inclusion Score (PDIS) and the Visual Impairment Inclusion Score (VIIS) to Assess the Disability Inclusiveness of Commercial Facilities: A Pilot Study. *Proceedings of the 21st International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate*, 1149–1165. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-10-6190-5_102
 24. Tam, C. M., Tong, T. K. L., Leung, A. W. T., Chiu, G. W. C. (2002). Site Layout Planning using Nonstructural Fuzzy Decision Support System. *Journal of Construction Engineering and Management*, 128 (3), 220–231. doi: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9364\(2002\)128:3\(220\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9364(2002)128:3(220))
 25. XuJia, W., Jing, Z., QianQian, G. (2011). The comprehensive evaluation for design elements of urban aged residential engineering project based on NSFDSS. *Systems Engineering Procedia*, 1, 236–243. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sepro.2011.08.037>
 26. Yau, Y. (Simon), Ling Chan, H. (2008). To rehabilitate or redevelop? A study of the decision criteria for urban regeneration projects. *Journal of Place Management and Development*, 1 (3), 272–291. doi: <https://doi.org/10.1108/17538330810911262>
 27. Modarres, M., Sadi-Nezhad, S. (2005). Fuzzy Simple Additive Weighting Method by Preference Ratio. *Intelligent Automation & Soft Computing*, 11 (4), 235–244. doi: <https://doi.org/10.1080/10642907.2005.10642907>
 28. Sembiring, A. P., Tulus, Sembiring, R. W., Maulana, H. (2018). Rule model with Fuzzy Simple Additive Weighting approach and Weighted Product on determination of position in High Education Institution. *International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology*, 10 (1), 54–62. URL: https://www.ijltet.org/pdfviewer.php?id=928&j_id=4378
 29. Hansun, S., Kurniati, I., Putri, F. P. (2019). Employee Enrollment Decision Support System Using Analytical Hierarchy Process and Promethee Methods. *International Transactions on Data Science, Engineering and Technology*, 2 (1), 1–8. Available at: <http://www.i-cses.com/itdset/manuscript.php?jID=7&pID=283>
 30. Dhammayanti, K., Wicaksana, A., Hansun, S. (2019). Position Placement DSS Using Profile Matching and Analytical Hierarchy Process. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 8 (11), 204–207. Available at: <http://www.ijstr.org/paper-references.php?ref=IJSTR-1119-24432>
 31. Kabassi, K., Mpalomenou, S., Martinis, A. (2021). AHP & PROMETHEE II for the evaluation of websites of mediterranean protected areas' managing boards. *Journal of Management Information and Decision Sciences*, 24 (4), 1–17. Available at: <https://www.abacademies.org/articles/AHP-PROMETHEE-II-for-the-evaluation-of-websites-of-mediterranean-protected-areas-managing-boards-1532-5806-24-4-261.pdf>
 32. Oyong, S. B., Ekong, V. E. (2019). An explorative survey of formal and agile software development methods. *Global Journal of Pure and Applied Sciences*, 25 (1), 71. doi: <https://doi.org/10.4314/gjpas.v25i1.10>
 33. Islam, G., Storer, T. (2020). A case study of agile software development for safety-critical systems projects. *Reliability Engineering & System Safety*, 200, 106954. doi: <https://doi.org/10.1016/j.res.2020.106954>
 34. Shastri, Y., Hoda, R., Amor, R. (2021). The role of the project manager in agile software development projects. *Journal of Systems and Software*, 173, 110871. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.110871>
 35. Tam, C., Moura, E. J. da C., Oliveira, T., Varajão, J. (2020). The factors influencing the success of on-going agile software development projects. *International Journal of Project Management*, 38 (3), 165–176. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2020.02.001>
 36. Laporan KPPIP Semester I 2019. Available at: https://kppip.go.id/wpfb-file/laporan_kppip_semester_1_2019_2-pdf/
 37. İç, Y. T., Şimşek, E. (2019). Operating window perspective integrated TOPSIS approach for hybrid electrical automobile selection. *SN Applied Sciences*, 1 (11). doi: <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1357-8>
 38. Kristianto, B., Suryadibrata, A., Hansun, S. (2021). Rekomendasi Pemilihan Mobil dengan Algoritma VIKOR. *Jurnal Sains Dan Informatika*, 7 (1), 97–106. doi: <https://doi.org/10.34128/jsi.v7i1.269>

39. Tajpour, M., Salamzadeh, A., Salamzadeh, Y., Braga, V. (2021). Investigating social capital, trust and commitment in family business: case of media firms. *Journal of Family Business Management*, 12 (4), 938–958. doi: <https://doi.org/10.1108/jfbm-02-2021-0013>
40. Teslia, I., Yehorchenkova, N., Yehorchenkov, O., Khlevna, I., Kataieva, Y., Veretelnyk, V. et al. (2022). Development of the concept of construction of the project management information standard on the basis of the primadoc information management system. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (3 (115)), 53–65. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253299>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.274257

DEVELOPMENT OF INFORMATION AND ANALYTICAL PROCUREMENT METHODOLOGY OF PUBLIC ADMINISTRATION IN THE SPHERE OF PROVIDING CIVIL CONTROL OVER THE SECTOR OF SECURITY AND DEFENSE OF UKRAINE (p. 57–65)

Olha Salnikova

General Directorate of Military Cooperation
Ukrainian Armed Forces, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7190-6091>

Rena Marutian

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9184-1590>

Oleksandr Vereschak

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv,
Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7262-5400>

The problem that is solved in the research is to increase the efficiency of decision making in management tasks while ensuring the given reliability, regardless of the hierarchy of the system. The object of the research is the decision making support system in the field of democratic civilian control over the security and defense sector (FDCCSDS). The subject of research is the decision making process in management tasks using fuzzy cognitive maps and evolving artificial neural networks. The hypothesis of the research is to increase the number of sources of information about the components of the FDCCSDS, with restrictions on the efficiency and reliability of decision making. The research proposed a method for evaluating the information and analytical provision of public administration in FDCCSDS. It was established that the proposed method has a higher efficiency compared to the known ones by an average of 40 %, compared to the methods used to evaluate the effectiveness of strategic management decisions. The specified method will make it possible to assess the state of information and analytical provision of public administration in the FDCCSDS and to determine effective measures to improve efficiency. The method will allow to analyze possible options for the development of FDCCSDS in each phase of development and moments in time when it is necessary to carry out structural changes that ensure the transition to the next phase. At the same time, subjective factors of choice are taken into account while searching for solutions, which are formalized in the form of weighting coefficients for the components of the integral criterion of efficiency. The specified method allows to increase the speed of assessment of the state of information and analytical support of the FDCCSDS, to reduce the use of computing resources of and decision making support systems, to form measures aimed at increasing the efficiency of information and analytical support.

Keywords: vague cognitive models, civilian control over the security and defense sector of Ukraine.

References

- Rodionov, M. A. (2010). *Informatsionno-analiticheskoe obespechenie upravlencheskikh resheniy*. Moscow, 400.
- Drozdiuk, V. (2021). Democratic civilian control for the national security and defence sector. *Law and Public Administration*, 1, 202–208. doi: <https://doi.org/10.32840/pdu.2021.1.30>
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw-Hill, 287.
- Bellman, R. E., Zadeh, L. A. (1970). Decision-Making in a Fuzzy Environment. *Management Science*, 17 (4), B-141–B-164. doi: <https://doi.org/10.1287/mnsc.17.4.b141>
- Mamdani, E. H., Assilian, S. (1975). An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. *International Journal of Man-Machine Studies*, 7 (1), 1–13. doi: [https://doi.org/10.1016/s0020-7373\(75\)80002-2](https://doi.org/10.1016/s0020-7373(75)80002-2)
- Sugeno, M. (1985). *Industrial applications of fuzzy control*. Elsevier Science Pub. Co., 269.
- Fuller, R. (1995). *Neural Fuzzy Systems*. Abo Akademi University, 348. Available at: <https://uni-obuda.hu/users/fuller.robert/ln1.pdf>
- Onykiy, B., Artamonov, A., Ananieva, A., Tretyakov, E., Pronicheva, L., Ionkina, K., Suslina, A. (2016). Agent Technologies for Polythematic Organizations Information-Analytical Support. *Procedia Computer Science*, 88, 336–340. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.07.445>
- Manea, E., Di Carlo, D., Depellegrin, D., Agardy, T., Gissi, E. (2019). Multidimensional assessment of supporting ecosystem services for marine spatial planning of the Adriatic Sea. *Ecological Indicators*, 101, 821–837. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.12.017>
- Xing, W., Goggins, S., Introne, J. (2018). Quantifying the Effect of Informational Support on Membership Retention in Online Communities through Large-Scale Data Analytics. *Computers in Human Behavior*, 86, 227–234. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.04.042>
- 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. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.01.079>
- Çavdar, A. B., Ferhatosmanoğlu, N. (2018). Airline customer lifetime value estimation using data analytics supported by social network information. *Journal of Air Transport Management*, 67, 19–33. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.10.007>
- Ballester-Caudet, A., Campíns-Falcó, P., Pérez, B., Sancho, R., Lórente, M., Sastre, G., González, C. (2019). A new tool for evaluating and/or selecting analytical methods: Summarizing the information in a hexagon. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 118, 538–547. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trac.2019.06.015>
- 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. doi: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.02.025>
- 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. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.11.023>
- Chen, H. (2018). Evaluation of Personalized Service Level for Library Information Management Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *Procedia Computer Science*, 131, 952–958. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.233>
- 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. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dss.2019.113114>

18. Rybak, V. A., Shokr, A. (2016). Analysis and comparison of existing decision support technology. *System analysis and applied information science*, 3, 12–18. Available at: https://sapi.bntu.by/jour/article/view/114?locale=ru_RU
19. Rodionov, M. A. (2014). Problems of information and analytical support of contemporary strategic management. *Civil Aviation High Technologies*, 202, 65–69.
20. Bednář, Z. (2018). Information Support of Human Resources Management in Sector of Defense. *Vojenské rozhledy*, 27 (1), 45–68.
21. Palchuk, V. (2017). Methods of Content-Monitoring and Content-Analysis of Information Flows: Modern Features. *Naukovi pratsi Natsionalnoi biblioteki Ukrainy imeni V. I. Vernadskoho*, 48, 506–526. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/npnbuimviv_2017_48_39
22. Mir, S. A., Padma, T. (2016). Evaluation and prioritization of rice production practices and constraints under temperate climatic conditions using Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP). *Spanish Journal of Agricultural Research*, 14 (4), e0909. doi: <https://doi.org/10.5424/sjar/2016144-8699>
23. Alieinykov, I. V. (2018). Analiz faktoriv, shcho vplyvaiut na operatyvnist protsesu zboru, obrobky i peredachi informatsiyi pro protyvnika pid chas pidhotovky ta vedennia oboronnoi operatsiyi operatyvnoho uhrupuvannia viysk. XVIII naukovo-tehnicnoi konferentsiyi Stvorennia ta modernizatsiya ozbroiennia i viyskovoï tekhniki v suchasnykh umovakh. *Chernihiv*, 38–40. Available at: http://dintem.com.ua/images/site/tezy_izdaniy/zb_rnik_tez_2018.pdf
24. Alieinykov, I. V., Zhyvotovskiy, R. M. (2018). Udoskonalennia informatsiino-analitychnoho zabezpechennia za rakhunok formuvannia intehrovanoi informatsynoi systemy upravlinnia viyskamy. *Zbirnyk materialiv VI mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsiyi Problemy koordynatsiyi voienno-tehnicnoi ta oboronno-promyslovoi polityky v Ukraini. Perspektyvy rozvytku ozbroiennia ta viiskovoï tekhniki*. Kyiv, 165–166. Available at: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/innovatsii-transfer-tehnologiy/publikatsiyi/vi-mizhnarodna-naukovo-praktychna-konferentsiya-tezi-dopovidey.pdf>
25. Kalantaievska, S., Pievtsov, H., Kuvshynov, O., Shyshatskiy, A., Yarosh, S., Gatsenko, S. et al. (2018). Method of integral estimation of channel state in the multiantenna radio communication systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (9 (95)), 60–76. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.144085>
26. Sova, O., Shyshatskiy, A., Salnikova, O., Zhuk, O., Trotsko, O., Hrokholskiy, Y. (2021). Development of a method for assessment and forecasting of the radio electronic environment. *EUREKA: Physics and Engineering*, 4, 30–40. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2021.001940>
27. Pievtsov, H., Turinskiy, O., Zhyvotovskiy, R., Sova, O., Zvieriev, O., Lanetskii, B., Shyshatskiy, 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. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001353>
28. 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. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.208554>
29. Shyshatskiy, 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. doi: <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/206942020>
30. Koshlan, A., Salnikova, O., Chekhovska, M., Zhyvotovskiy, R., Prokopenko, Y., Hurskiy, T. et al. (2019). Development of an algorithm for complex processing of geospatial data in the special-purpose geoinformation system in conditions of diversity and uncertainty of data. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (9 (101)), 35–45. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.180197>
31. Mahdi, Q. A., Shyshatskiy, A., Prokopenko, Y., Ivakhnenko, T., Kupriyenko, D., Golian, V. et al. (2021). Development of estimation and forecasting method in intelligent decision support systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (9 (111)), 51–62. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.232718>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.269026

SELECTION OF WELDING ROBOT BY MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING METHOD (p. 66–72)

Nguyen Hong Son

Hanoi University of Industry, Hanoi, Vietnam
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4665-0984>

Tran Trung Hieu

Hanoi University of Industry, Hanoi, Vietnam
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2132-4672>

Welding is a method to join parts together by a stable connection. Welding is used in many different fields. The limitations of manual welding methods are gradually eliminated when using welding robots. The selection of a welding robot has a great influence on the efficiency of the welding process. Choosers (customers) often encounter problems when choosing among many products that are available in the market. During this study, seven types of robots were given to make a choice including AR700, AR900, AR1440, AR1730, AR2010, MA3120, VA1400 II. These seven options are commonly used in welding processes. There are a variety of different parameters (criteria) used to evaluate each of these robots. However, the value of the criteria in the robots is very different. The selection of a robot that is considered the best should be based on all those criteria. At this point, the selection of robots is called MCDM (Multi-Criteria Decision-Making). In this research, two MCDM methods were used to rank the types of robots: MARCOS (Measurement of Alternatives and Ranking according to COmpromise Solution) and PSI (Preference Selection Index). The determination of important quantities for the criteria has been carried out by various methods, including the MEREC (Method based on the Removal Effects of Criteria), EQUAL, ROC (Rank Order Centroid) and RS (Rank Sum) methods. The MARCOS method was used four times corresponding to four different sets of weights. Meanwhile, when using the PSI method, we do not need to calculate the weights for the criteria. All five ranking results indicate the same best alternative. The results indicate that MA3120 is the best one. The two methods MARCOS and PSI are reliable enough to be used when multi-criteria decision-making is required, firstly, in the selection of welding robots.

Keywords: welding robot selection, multi-criteria decision-making, MCDM, MARCOS, PSI.

References

1. Chodha, V., Dubey, R., Kumar, R., Singh, S., Kaur, S. (2022). Selection of industrial arc welding robot with TOPSIS and Entropy MCDM techniques. *Materials Today: Proceedings*, 50, 709–715. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.487>
2. Do, D. T. (2022). Expanding Data Normalization Method to CO-DAS Method for Multi-Criteria Decision Making. *Applied Engi-*

- neering Letters: Journal of Engineering and Applied Sciences, 7 (2), 54–66. doi: <https://doi.org/10.18485/aeletters.2022.7.2.2>
3. Yalcın, N., Uncu, N. (2020). Applying EDAS as an applicable MCDM method for industrial robot selection. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 37 (3), 779–796. Available at: <https://dergipark.org.tr/en/pub/sigma/issue/65390/1008391>
 4. Rashid, T., Ali, A., Chu, Y.-M. (2021). Hybrid BW-EDAS MCDM methodology for optimal industrial robot selection. *PLOS ONE*, 16 (2), e0246738. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246738>
 5. Trung, D. D. (2022). Comparison r and curli methods for multi-criteria decision making. *Advanced Engineering Letters*, 1 (2), 46–56. doi: <https://doi.org/10.46793/adeletters.2022.1.2.3>
 6. Kumar, V., Kalita, K., Chatterjee, P., Zavadskas, E. K., Chakraborty, S. (2021). A SWARA-CoCoSo-Based Approach for Spray Painting Robot Selection. *Informatica*, 33 (1), 35–54. doi: <https://doi.org/10.15388/21-infor466>
 7. Goswami, S. S., Behera, D. K., Afzal, A., Razak Kaladgi, A., Khan, S. A., Rajendran, P. et al. (2021). Analysis of a Robot Selection Problem Using Two Newly Developed Hybrid MCDM Models of TOPSIS-ARAS and COPRAS-ARAS. *Symmetry*, 13 (8), 1331. doi: <https://doi.org/10.3390/sym13081331>
 8. Athawale, V. M., Chakraborty, S. (2011). A comparative study on the ranking performance of some multi-criteria decision-making methods for industrial robot selection. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 2 (4), 831–850. doi: <https://doi.org/10.5267/j.ijiec.2011.05.002>
 9. Stević, Ž., Pamučar, D., Puška, A., Chatterjee, P. (2020). Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to COMpromise solution (MARCOS). *Computers & Industrial Engineering*, 140, 106231. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106231>
 10. Duc Trung, D. (2022). Multi-criteria decision making under the MARCOS method and the weighting methods: applied to milling, grinding and turning processes. *Manufacturing Review*, 9, 3. doi: <https://doi.org/10.1051/mfreview/2022003>
 11. Maniya, K., Bhatt, M. G. (2010). A selection of material using a novel type decision-making method: Preference selection index method. *Materials & Design*, 31 (4), 1785–1789. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2009.11.020>
 12. Dung, H. T., Do, D. T., Nguyen, V. T. (2022). Comparison of Multi-Criteria Decision Making Methods Using The Same Data Standardization Method. *Strojnický Časopis - Journal of Mechanical Engineering*, 72 (2), 57–72. doi: <https://doi.org/10.2478/scjme-2022-0016>
 13. Do, T. (2021). Application of TOPSIS an PIV Methods for Multi-Criteria Decision Making in Hard Turning Process. *Journal of Machine Engineering*, 21 (4), 57–71. doi: <https://doi.org/10.36897/jme/142599>
 14. Keshavarz-Ghorabae, M., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Antucheviciene, J. (2021). Determination of Objective Weights Using a New Method Based on the Removal Effects of Criteria (MERIC). *Symmetry*, 13 (4), 525. doi: <https://doi.org/10.3390/sym13040525>
 15. Trung, D. D., Thinh, H. X. (2021). A multi-criteria decision-making in turning process using the MAIRCA, EAMR, MARCOS and TOPSIS methods: A comparative study. *Advances in Production Engineering & Management*, 16 (4), 443–456. doi: <https://doi.org/10.14743/apem2021.4.412>
 16. Robot hàn Yaskawa. Available at: <https://songnguyen.vn/product/robot-han-yaskawa/>
 17. Do, D. T., Nguyen, N.-T. (2022). Applying Cocoso, Mabac, Mairca, Eamr, Topsis and Weight Determination Methods for Multi-Criteria

Decision Making in Hole Turning Process. *Strojnický Časopis - Journal of Mechanical Engineering*, 72 (2), 15–40. doi: <https://doi.org/10.2478/scjme-2022-0014>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.274584

ANALYZING THE USE OF EXPERT SYSTEMS IN IMPROVING THE QUALITY OF DECISION-MAKING (p. 73–80)

Ahmad Abdullah Mohammed Al-Mafriji

University of Kirkuk, Kirkuk, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5272-3935>

Yaser Issam Hamodi

Ministry of Higher Education and Scientific Research, Baghdad, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0135-1665>

Sudad Gharib Hassn

University of Kirkuk, Kirkuk, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2045-6235>

Ahmed Burhan Mohammed

University of Kirkuk, Kirkuk, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4326-0120>

The success of institutions is in providing good services to customers through making various and strategic decisions as quickly and accurately as possible. Expert systems are important in making strategic decisions by improving the quality of decision-making. An expert system is an information system that relies on systems based on knowledge bases. It may also contain a knowledge base in a particular field and advanced programming methods that make a computer capable of thinking, deducing, and providing advice and expertise.

This research aims to improve the period of time in decision making by using multiple experts systems and decision support system. The new system is implemented in MATLAB.

For analyzing the proposed system, the data is collected by the questionnaire method and distributing 70 questionnaires to managers, heads of departments, employees, and those responsible for making various decisions in the institution under study. The valid questionnaires were 63. A questionnaire and the data were analyzed using the statistical program (SPSS). Based on the obtained data, the linguistic variables were created for the time period of the data, and the skills of the decision-maker as inputs for the proposed expert system, and a stage was added to the stages of the proposed expert system to diagnose the problem and set the goal to obtain the correct strategic decision. To obtain this advantage, let's use expert systems compared to traditional methods of decision-making.

Keywords: expert systems, decision-making systems, Quality of decision making, stability coefficient.

References

1. Hamad, Sh., Naseeb, R. (2017). The role of expert systems in making strategic decisions in business organizations. *Journal of Social Sciences and Humanities*, 13, 185–204.
2. Salameh, A., Alasiri, M., (2020). The Impact of Business Intelligence (Bi) And Decision Support Systems (Dss): Exploratory Study. *International Journal of Management (IJM)*, 11 (5). Available at: https://www.researchgate.net/publication/344886518_THE_IMPACT_OF_BUSINESS_INTELLIGENCE_BI_AND_DECISION_SUPPORT_SYSTEMS_DSS_EXPLORATORY_STUDY

3. Ali, A., Tamer Saad, F. (2017). The Role of Expert Systems in the Quality of Senior Management Decision-Making in the Palestinian Ministry of Health. M.C.Sc. Thesis.
4. Malkawi, N. (2015). Decision support systems and business intelligence systems and their impact on improving the decision-making process in Jordanian hospitals, a case study of the founder of King Abdullah University Hospital. *Journal of Economic Studies*, Constantine University, 7 (1).
5. Alouti, L., Bin Yahya, F. (2017). The impact of using expert systems on banking. *Economics and Development Journal*, 7, 149–165.
6. Svetlana, K., Anna, K., Bronislav, K., Nataliya, Ch. (2018). Expert Systems as the Basis of Decisions in the Knowledge Society. *International Scientific and Practical Conference, Information and Measuring Equipment and Technologies*.
7. Ahmed, B. (2016). The Impact of Decision Support Systems on Human Resources Planning by Application on the Social Development Bank. *Al-Zaeem Al-Azhari University*, 41.
8. Ngwenya, B. (2013). Application of Decision Support Systems and Its Impact on Human Resources Output: A Study of Selected Universities in Zimbabwe. *Journal of Computer Sciences and Applications*, 1 (3), 46–54. doi: <https://doi.org/10.12691/jcsa-1-3-4>
9. Do, N. V., Nguyen, H. D., Selamat, A. (2018). Knowledge-Based Model of Expert Systems Using Rela-Model. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, 28 (08), 1047–1090. doi: <https://doi.org/10.1142/s0218194018500304>
10. Janjanam, D., Ganesh, B., Manjunatha, L. (2021). Design of an expert system architecture: An overview. *Journal of Physics: Conference Series*, 1767 (1), 012036. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1767/1/012036>
11. Sayed, B. T. (2021). Application of expert systems or decision-making systems in the field of education. *Information technology in industry*, 9 (1), 1396–1405. doi: <https://doi.org/10.17762/itii.v9i1.283>
12. Casal-Guisande, M., Comesaña-Campos, A., Pereira, A., Bouza-Rodríguez, J.-B., Cerqueiro-Pequeno, J. (2022). A Decision-Making Methodology Based on Expert Systems Applied to Machining Tools Condition Monitoring. *Mathematics*, 10 (3), 520. doi: <https://doi.org/10.3390/math10030520>
13. Carneiro, J., Alves, P., Marreiros, G., Novais, P. (2021). Group decision support systems for current times: Overcoming the challenges of dispersed group decision-making. *Neurocomputing*, 423, 735–746. doi: <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2020.04.100>
14. Mora, M., Phillips-Wren, G., Marx-Gomez, J., Wang, F., Gelman, O. (2014). The role of decision-making support systems in IT service management processes. *Intelligent Decision Technologies*, 8 (2), 147–163. doi: <https://doi.org/10.3233/idt-130184>
15. Kitsios, F., Kamariotou, M. (2017). Decision Support Systems and Strategic Information Systems Planning for Strategy Implementation. *Springer Proceedings in Business and Economics*, 327–332. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-56288-9_43
16. Zhai, Z., Martínez, J. F., Beltran, V., Martínez, N. L. (2020). Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 170, 105256. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105256>
17. Wiegerinck, W., Kappen, B., Burgers, W. (2010). Bayesian Networks for Expert Systems: Theory and Practical Applications. *Studies in Computational Intelligence*, 547–578. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-642-11688-9_20
18. O'Leary, D. E. (2008). *Expert Systems – History, Structure, Definitions, Characteristics, Life Cycle and Applications*. Marshall School of Business, University of Southern California.
19. Asemi, A., Safari, A., Asemi Zavareh, A. (2011). The Role of Management Information System (MIS) and Decision Support System (DSS) for Manager's Decision Making Process. *International Journal of Business and Management*, 6 (7). doi: <https://doi.org/10.5539/ijbm.v6n7p164>

АНОТАЦІЇ
CONTROL PROCESSES

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.274063

ПІДХІД ДО СИНТЕЗУ АПЕРІОДИЧНОЇ РОБАСТНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ НА ОСНОВІ ГРАДІЄНТНО-ШВИДКІСНОГО МЕТОДУ ВЕКТОР-ФУНКЦІЙ ЛЯПУНОВА (с. 6–14)

Мамырбек Beisenbi, Samal Kaliyeva

Однією з актуальних проблем теорії та практики керування динамічними об'єктами є розробка методів дослідження та синтезу систем керування багатовимірними об'єктами.

У статті запропоновано універсальний підхід до побудови вектор-функцій Ляпунова безпосередньо з рівняння стану системи керування та новий градієнтно-швидкісний метод вектор-функцій Ляпунова для дослідження аперіодичної робастної стійкості лінійної системи керування з m входами та n виходами.

Дослідження аперіодичної робастної стійкості систем автоматичного керування базується на побудові вектор-функцій Ляпунова та градієнтно-швидкісних систем динамічного керування.

Використано основні положення теореми Ляпунова про асимптотичну стійкість та поняття стійкості динамічних систем. Представлення систем керування як градієнтних систем і функцій Ляпунова, як потенційних функцій градієнтних систем з теорії катастроф, дозволяє побудувати повну похідну векторних функцій Ляпунова завжди як знаконегазивну функцію, що дорівнює скалярному добутку вектора швидкості на вектор градієнта. Отримано умови аперіодичної робастної стійкості як систему нерівностей щодо невизначених параметрів системи автоматичного керування, які є умовою існування вектор-функції Ляпунова.

Наведено числовий приклад синтезу аперіодичної стійкості багатовимірної об'єкта керування. На прикладі показано основні етапи розробленого методу синтезу, дослідження стійкості системи при різних значеннях коефіцієнтів k , що підтверджує постійність запропонованого методу. Перехідні процеси в системі задовольняють усім вимогам.

Ключові слова: робастна стійкість, лінійні багатовимірні системи, вектор-функції Ляпунова, аперіодичні робастно стійкі системи.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.274472

ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ СИЛ СТРИМУВАННЯ ПРОТИВНИКА ВІД РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ НА ПІДСТАВІ ВИКОРИСТАННЯ ПРИНЦИПІВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ (с. 15–24)

М. В. Коваль, О. М. Загорка, П. В. Щипанський, А. К. Павліковський, А. А. Корецький

Проблема визначення складу сил для стримування противника від розв'язання агресії, тобто недопущення гарячої фази воєнного конфлікту, відноситься до слабкоструктурованих проблем при наявності суттєвої невизначеності. Це обумовлює застосування при вирішенні проблеми методології системного аналізу. Сукупність засобів сил стримування для ураження противника розглядається як складна система військового призначення, що є об'єктом дослідження.

Для визначення складу сил стримування противника від розв'язання збройної агресії у статті розроблено методику. За критерієм у методиці прийнято ефективність стримування, яка визначається потрібним співвідношенням бойових потенціалів авіації протидіючих сторін на кінець воєнних дій.

Відповідно до методології системного аналізу, методика базується на формуванні варіантів складу сил противника і складу сил стримування, оцінюванні ефективності їх застосування під час ведення воєнних дій.

Оцінювання ефективності застосування сил протидіючих сторін здійснюється з використанням методу ітерацій і методів теорії масового обслуговування.

За результатами оцінювання ефективності здійснюється відбір варіантів складу сил стримування, для яких виконується умова забезпечення потрібного співвідношення бойових потенціалів авіації сторін на кінець воєнних дій. Визначення раціонального варіанту складу сил стримування з числа відібраних здійснюється з використанням методу таксономії, що дозволило вирішити досліджувану проблему. Раціональним варіантом визначаються бойові потенціали складових сил стримування, яким відповідають кількість підрозділів у їх складі.

Наведену методику доцільно використовувати органами державного і військового управління під час планування створення сил стримування противника від розв'язування збройної агресії.

Застосування методики показано на ілюстративному прикладі.

Ключові слова: збройна агресія, склад сил стримування, системний підхід, метод таксономії.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.269284

МОДЕЛЬ ЛАНЦЮГА ПОСТАЧАННЯ ДИНАМІКИ ІЄРАРХІЧНОЇ СИСТЕМИ ЗМІН: ВПЛИВ ОБМІНУ ІНФОРМАЦІЇ ПОПИТУ НА ВАРТІСТЬ УТРИМАННЯ ТА ЗАВЕРШЕННЯ ПРОЕКТУ НИЖЧОГО ЗА ІЄРАРХІЄЮ (с. 25–38)

Ahmad Fatih Fudhla, Budisantoso Wirjodirdjo

Взаємозв'язки між компонентами системи мають вирішальне значення для покращення продуктивності складної системи ланцюга поставок. Таким чином, будь-яке вдосконалення або розвиток може здійснюватися системно і комплексно. Складність координації

зростає зі збільшенням кількості ешелонів у ланцюзі поставок. На практиці координацію стає важче реалізувати в ланцюзі постачання з більшою кількістю ешелонів. Завдяки обміну інформацією про попит це дослідження намагається з'ясувати, як координація може мати наслідки для складних багаторівневих ланцюгів постачання за допомогою підходу моделювання. Ланцюг постачання андезитового каменю агрегату використовується як емпірична модель із чотирма ешелонами. Зміни в розмірах і вартості на тонну продукту в кожному ешелоні переміщення додають складності. Загальна вартість утримання не є єдиним фактором. Своєчасне завершення проєктів, нижчих за ієрархією, також є пріоритетом. Тому також потрібно спостерігати за поведінкою системи, яка працює та змінюється з часом. Щоб подолати цю складність, використовується підхід моделювання системної динаміки. Ця техніка моделювання може фіксувати коливання нестабільних умов, які змінюються в часових послідовностях. Зразок поведінки моделі показує, що обмін інформацією про попит у ланцюзі постачання андезитового заповнювача слабкий, і виникає «ефект бичого батога». Обмін інформацією про попит може усунути цей ефект, скоротити до 73,5 % загальних витрат на утримання ланцюга поставок і збільшити відсоток завершення проєкту вчасно на нижній частині ланцюга поставок. Ці результати дають наукове та практичне розуміння того, що, незважаючи на наявність багатьох перешкод, обмін інформацією про попит може значно підвищити продуктивність у багаторівневих складних ланцюгах поставок і бути корисним для застосування.

Ключові слова: завершення проєкту нижчого за ієрархією, багаторівневий ланцюг поставок, обмін інформацією про попит, динаміка системи, андезитовий камінь.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.271822

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИБОРУ ІНФРАСТРУКТУРНИХ ПРОЄКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕСТРУКТУРНОЇ НЕЧІТКОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ РІШЕНЬ II (с. 46–56)

Seng Hansen, Alethea Suryadibrata, Seng Hansun

У цьому дослідженні нами розроблено веб-інструмент прийняття рішень (ІПР), заснований на чотирирічному дослідницькому проєкті зі створення відповідної багатокритерійної системи прийняття рішень (СПР) для автоматизації вибору інфраструктурних проєктів. Декілька проблем у виборі та визначенні пріоритетів інфраструктурних проєктів включають погане початкове планування, брак фінансування проєкту, неналежне інвестування, нестабільний розвиток, регуляторні бар'єри та погану координацію між зацікавленими сторонами. Неструктурну нечітку систему підтримки прийняття рішень II (ННСІПР-II) обрано як основний метод, застосований у запропонованому СПР, оскільки він може вирішити складні багатокритеріальні проблеми, навіть без надання достатньої інформації. При розробці ІПР використовується метод розробки програмного забезпечення Agile, оскільки цикл розробки можна виконувати легко та швидко за допомогою ітераційних та інкрементальних процесів. ІПР успішно розроблено за допомогою PHP, HTML і JavaScript, які реалізують запропонований метод ННСІПР-II. Ми додатково протестували результати рішення, отримані за ІПР, використовуючи вісім реальних минулих інфраструктурних проєктів відповідних інфраструктурних агенцій в Індонезії, таких як Міністерство громадських робіт і житлового будівництва (МГРЖБ), Міністерство транспорту та місцевий уряд. Результати ІПР були порівняні з фактичним станом впровадження та оцінені незалежним експертом. Було виявлено, що результати рішення, отримані за розробленим ІПР, відповідають реальному статусу впровадження оцінюваних проєктів. ІПР рекомендується використовувати для автоматизації вибору інфраструктурних проєктів. Однак, незважаючи на швидкий і точний результат, ІПР слід перевірити на більшій кількості інфраструктурних проєктів у майбутньому.

Ключові слова: гнучкий метод, штучний інтелект, інструмент прийняття рішень, NFSDSS-II, автоматизація відбору проєктів.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.274257

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ У СФЕРІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦИВІЛЬНОГО КОНТРОЛЮ НАД СЕКТОРОМ БЕЗПЕКИ І ОБОРОНИ УКРАЇНИ (с. 57–65)

О. Ф. Сальнікова, Р. Р. Марутян, О. О. Верещак

Проблема, яка вирішується в дослідженні, є підвищення оперативності прийняття рішення в задачах управління при забезпеченні заданої достовірності незалежно від ієрархічності системи. Об'єктом дослідження є системи підтримки прийняття рішень в сфері демократичного цивільного контролю над сектором безпеки і оборони (СДЦКСБО). Предметом дослідження є процес прийняття рішення в задачах управління за допомогою нечітких когнітивних карт та штучних нейронних мереж, що еволюціонують. Гіпотезою дослідження є підвищення кількості джерел інформації про складові СДЦКСБО, при обмеженнях на оперативність та достовірність прийняття рішення. В ході дослідження запропоновано методику оцінювання інформаційно-аналітичного забезпечення публічного управління у СДЦКСБО. Встановлено, що запропонована методика має вищу оперативність у порівнянні з відомими в середньому на 40 %, у порівнянні з методиками, які використовуються для оцінки ефективності прийнятих рішень з питань стратегічних менеджменту. Зазначена методика дозволить провести оцінку стану інформаційно-аналітичного забезпечення публічного управління у СДЦКСБО та визначити ефективні заходи для підвищення ефективності. Методика дозволить проаналізувати можливі варіанти розвитку СДЦКСБО у кожній фазі розвитку, а також моменти часу, в яких необхідно проводити структурні зміни, які забезпечують перехід у наступну фазу. При цьому враховуються суб'єктивні фактори вибору при пошуку рішень, що формалізуються у вигляді вагових коефіцієнтів при компонентах інтегрального критерію ефективності. Зазначена методика дозволяє підвищити швидкість оцінки стану інформаційно-аналітичного забезпечення СДЦКСБО, зменшити використання обчислювальних ресурсів систем підтримки та прийняття рішень, сформулювати заходи, що спрямовані на підвищення ефективності інформаційно-аналітичного забезпечення.

Ключові слова: нечіткі когнітивні моделі, цивільний контроль над сектором безпеки і оборони України.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.269026**ВИБІР ЗВАРЮВАЛЬНОГО РОБОТА МЕТОДОМ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ
(с. 66–72)****Nguyen Hong Son, Tran Trung Hieu**

Зварювання є способом з'єднання деталей шляхом встановлення міцних зв'язків. Зварювання використовується у багатьох областях. Обмеження методів ручного зварювання поступово усуваються при використанні зварювальних роботів. Вибір зварювального робота має великий вплив на ефективність процесу зварювання. Покупці часто стикаються зі складнощами при виборі серед багатьох продуктів, доступних на ринку. У ході дослідження на вибір було запропоновано сім типів роботів, включаючи AR700, AR900, AR1440, AR1730, AR2010, MA3120, VA1400 II. Ці сім варіантів зазвичай використовуються у зварювальних процесах. Існує багато різних параметрів (критеріїв), що використовуються для оцінки кожного з цих роботів. Однак значення критеріїв у роботів сильно відрізняється. Вибір найбільш підходящого робота повинен базуватися на всіх цих критеріях. На цьому етапі вибір роботів називається MCDM (багатокритеріальне прийняття рішень). У даному дослідженні для ранжування типів роботів використовувалися два методи MCDM: MARCOS (оцінка альтернатив та ранжування відповідно до компромісного рішення) та PSI (індекс вибору переваг). Визначення важливих величин для критеріїв проводилося різними методами, включаючи MEREC (метод, заснований на ефектах видалення критеріїв), EQUAL, ROC (центроїд порядку рангів) та RS (сума рангів). Метод MARCOS використовувався чотири рази відповідно до чотирьох різних наборів ваг. Тим часом, при використанні методу PSI немає необхідності обчислювати ваги критеріїв. Усі п'ять результатів ранжування вказують на одну і ту ж найкращу альтернативу. Результати показують, що найкращим є MA3120. Два методи MARCOS та PSI досить надійні для використання в разі необхідності багатокритеріального прийняття рішень, в першу чергу, при виборі зварювальних роботів.

Ключові слова: вибір зварювального робота, багатокритеріальне прийняття рішень, MCDM, MARCOS, PSI.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.274584**АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ
(с. 73–80)****Ahmad Abdullah Mohammed AL-Mafriji, Yaser Issam Hamodi, Sudad Gharib Hassn, Ahmed Burhan Mohammed**

Успіх установ полягає в наданні якісних послуг клієнтам шляхом прийняття різноманітних і стратегічних рішень якомога швидше і точніше. Експертні системи важливі для прийняття стратегічних рішень шляхом підвищення якості прийняття рішень. Експертна система – це інформаційна система, яка спирається на системи, засновані на базах знань. Вона також може містити базу знань у певній галузі та передові методи програмування, які роблять комп'ютер здатним думати, робити висновки та надавати поради та досвід.

Це дослідження має на меті покращити період часу для прийняття рішень за допомогою кількох експертних систем і системи підтримки прийняття рішень. Нова система реалізована в MATLAB.

Для аналізу запропонованої системи дані збираються методом анкетування та розповсюджуються 70 анкет серед керівників, начальників відділів, співробітників та осіб, відповідальних за прийняття різних рішень у досліджуваній установі. Допустимими були 63 анкети. Анкету та дані аналізували за допомогою статистичної програми (SPSS). На основі отриманих даних були створені лінгвістичні змінні для періоду часу даних і навичок особи, яка приймає рішення, як вхідні дані для запропонованої експертної системи. Цей етап був доданий до етапів запропонованої експертної системи для діагностики проблеми і поставки мети для отримання правильного стратегічного рішення. Для отримання цієї переваги ми використовували експертні системи порівняно з традиційними методами прийняття рішень.

Ключові слова: експертні системи, системи прийняття рішень, якість прийняття рішень, коефіцієнт стійкості.