

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.276171

IMPROVING THE SCIENTIFIC METHODOLOGICAL APPROACH TO DETERMINING THE APPROPRIATE TYPE OF RESERVATION OF A RECONNAISSANCE FIRE SYSTEM (p. 6–16)**Oleksandr Maistrenko**The National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9900-5930>**Stanislav Stetsiv**Hetman Petro Sahaidachnyi National
Army Academy, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1835-9874>**Andrii Saveliev**The National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1209-7658>**Volodymyr Petushkov**Central Scientifically-Research Institute of Armaments and
Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6393-1062>**Alexander Kornienko**Hetman Petro Sahaidachnyi National
Army Academy, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4020-9901>**Oleksandr Pechorin**The National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3130-2952>**Serhii Stehura**Hetman Petro Sahaidachnyi National
Army Academy, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7180-4255>**Oleksandr Radivilov**Hetman Petro Sahaidachnyi National
Army Academy, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6498-8981>**Serhii Pochynok**The National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1890-090X>

The object of this study is the process of choosing the appropriate types of reservation of reconnaissance fire systems under the conditions of performing a combat mission.

The problem that was solved is the unsuitability of existing scientific and methodological apparatus to substantiate the appropriate type of reservation for reconnaissance and fire systems under specific conditions for performing a combat mission.

Possible types of reservation of reconnaissance fire systems have been analyzed. Based on the results of the analysis, appropriate types of reservation were established, in particular, active, unactive, majoritarian sliding, distributed, for subsystems, as well as general reservation.

A feature of this analysis is that it was carried out taking into account the peculiarities of the functioning of reconnaissance and fire systems. This makes it possible to eliminate existing problem

associated with the complexity of the use of reconnaissance and fire systems in a combat event.

The scope of practical use of the results of the proposed analysis is the management processes associated with the creation, layout, and use of reconnaissance and fire systems in military administration bodies.

A methodology for determining the appropriate type of reservation of reconnaissance fire systems has been devised.

A feature of the proposed procedure is the choice of such a type of reservation that makes it possible to save the resource of elements, provided that the task is completed. The proposed methodology ensures an increase in the stability of the functioning of reconnaissance and fire systems by an average of 20 % for the conditions adopted within the limits of the example. The proposed methodology closes the problem part, which concerns the procedure and rules for choosing the appropriate type of reservation.

The scope and conditions for the practical use of the proposed methodology are management processes related to the planning and determination of the projected effectiveness of hostilities by military authorities.

Keywords: type of reservation, reconnaissance and fire system, stability of operation, combat mission, reliability scheme.

References

1. Adamchuk, M., Butuzov, V., Luhovskiy, I. (2022). Analysis of the experience of formation and use of combat battalion tactical groups in the course of modern wars and armed conflicts. The Scientific Journal of the National Academy of National Guard «Honor and Law», 3 (82), 5–12. doi: <https://doi.org/10.33405/2078-7480/2022/3/82/267118>
2. Maistrenko, O., Ryzhov, Y., Khaustov, D., Tsbulia, S., Nastishin, Y. (2021). Decision-Making Model for Task Execution by a Military Unit in Terms of Queuing Theory. Military Operations Research, 26 (1), 59–69. doi: <https://doi.org/10.5711/1082598326159>
3. Semenenko, O., Marko, I., Baranov, S., Remez, A., Cherevatyi, T., Malinovskyi, A. (2022). Analysis of the influence of military and economic factors on the justification of the choice of a rational version of the composition of the intelligence-strike system in the operation. Journal of Scientific Papers 'Social Development and Security', 12 (6), 31–48. doi: <https://doi.org/10.33445/sds.2022.12.6.4>
4. Maistrenko, O., Khoma, V., Karavanov, O., Stetsiv, S., Shcherba, A. (2021). Devising a procedure for justifying the choice of reconnaissance-firing systems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (3 (109)), 60–71. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224324>
5. Barabash, O., Dakhno, N., Shevchenko, H., Sobchuk, V. (2018). Integro-Differential Models of Decision Support Systems for Controlling Unmanned Aerial Vehicles on the Basis of Modified Gradient Method. 2018 IEEE 5th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC). doi: <https://doi.org/10.1109/msnmc.2018.8576310>
6. Mashkov, O. A., Sobchuk, V. V., Barabash, O. V., Dakhno, N. B., Shevchenko, H. V., Maisak, T. V. (2019). Improvement of variational-gradient method in dynamical systems of automated control for integro-differential models. Mathematical Modeling and Computing, 6 (2), 344–357. doi: <https://doi.org/10.23939/mmc2019.02.344>
7. King, D., Bertapelle, A., Moses, C. (2005). UAV failure rate criteria for equivalent level of safety. Presented at the International Helicopter Safety Symposium, Montréal. Available at: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.467.517&rep=rep1&type=pdf>

8. Petritoli, E., Leccese, F., Ciani, L. (2017). Reliability assessment of UAV systems. 2017 IEEE International Workshop on Metrology for AeroSpace (MetroAeroSpace). doi: <https://doi.org/10.1109/metroaerospace.2017.7999577>
9. Abouei Ardakan, M., Sima, M., Zeinal Hamadani, A., Coit, D. W. (2016). A novel strategy for redundant components in reliability--redundancy allocation problems. IIE Transactions, 48 (11), 1043–1057. doi: <https://doi.org/10.1080/0740817x.2016.1189631>
10. Zhai, Q., Ye, Z.-S. (2020). How reliable should military UAVs be? IIE Transactions, 52 (11), 1234–1245. doi: <https://doi.org/10.1080/24725854.2019.1699977>
11. Rai, R. N., Bolia, N. (2013). Availability-based optimal maintenance policies for repairable systems in military aviation by identification of dominant failure modes. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability, 228 (1), 52–61. doi: <https://doi.org/10.1177/1748006x13495777>
12. Moon, S., Kim, U. J. (2017). The Development of a Concurrent Spare-Parts Optimization Model for Weapon Systems in the South Korean Military Forces. Interfaces, 47 (2), 122–136. doi: <https://doi.org/10.1287/inte.2016.0869>
13. Mackay, J., Munoz, A., Pepper, M. (2019). Conceptualising redundancy and flexibility towards supply chain robustness and resilience. Journal of Risk Research, 23 (12), 1541–1561. doi: <https://doi.org/10.1080/13669877.2019.1694964>
14. Li, C.-Q., Yang, W. (2023). Time-Dependent Reliability Theory and Its Applications. Woodhead Publishing. doi: <https://doi.org/10.1016/c2020-0-02657-5>
15. Efimenko, S., Smetankin, A., Liashenko, A., Arutiunian, M., Chernorutsky, I., Kolesnichenko, S. (2023). Method of Expansion of Mathematical Tools of the Reliability Theory Due to the Properties of Stochastic Theory of Similarity. Lecture Notes in Networks and Systems, 30–40. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-031-20875-1_4
16. Xing, L., Johnson, B. W. (2023). Reliability Theory and Practice for Unmanned Aerial Vehicles. IEEE Internet of Things Journal, 10 (4), 3548–3566. doi: <https://doi.org/10.1109/jiot.2022.3218491>
17. Yeh, W.-C., Zhu, W., Tan, S.-Y., Wang, G.-G., Yeh, Y.-H. (2022). Novel general active reliability redundancy allocation problems and algorithm. Reliability Engineering & System Safety, 218, 108167. doi: <https://doi.org/10.1016/j.res.2021.108167>
18. Peiravi, A., Nourelfath, M., Zanjani, M. K. (2022). Universal redundancy strategy for system reliability optimization. Reliability Engineering & System Safety, 225, 108576. doi: <https://doi.org/10.1016/j.res.2022.108576>
19. Ardakan, M. A., Talkhabi, S., Juybari, M. N. (2022). Optimal activation order vs. redundancy strategies in reliability optimization problems. Reliability Engineering & System Safety, 217, 108096. doi: <https://doi.org/10.1016/j.res.2021.108096>
20. Maistrenko, O., Karavanov, O., Riman, O., Kurban, V., Shcherba, A., Volkov, I. et al. (2021). Devising a procedure for substantiating the type and volume of redundant structural-functional elements of reconnaissance-firing systems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (3 (110)), 31–42. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.229031>
21. Caşcaval, P., Leon, F. (2022). Optimization Methods for Redundancy Allocation in Hybrid Structure Large Binary Systems. Mathematics, 10 (19), 3698. doi: <https://doi.org/10.3390/math10193698>
22. Pankaj, Bhatti, J., Kakkar, M. K. (2022). Mathematical Modelling and Reliability Analysis of Parallel Standby System Using Geometric Distribution. 2022 Second International Conference on Computer Science, Engineering and Applications (ICCSEA). doi: <https://doi.org/10.1109/iccsea54677.2022.9936394>
23. Bhatti, J., Kakkar, M. K. (2022). Reliability Analysis of Industrial Model Using Redundancy Technique and Geometric Distribution. ECS Transactions, 107 (1), 7273–7280. doi: <https://doi.org/10.1149/10701.7273ecst>
24. Zhang, Z., Niu, Y. (2022). Sliding mode control of interval type-2 T-S fuzzy systems with redundant channels. Nonlinear Dynamics, 108 (4), 3579–3593. doi: <https://doi.org/10.1007/s11071-022-07394-7>
25. Veeranna, T., Reddy, K. K. (2022). Sliding window assisted mutual redundancy-based feature selection for intrusion detection system. International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing, 40 (1/2/3), 176. doi: <https://doi.org/10.1504/ijahuc.2022.123538>
26. Li, J., Li, Q., Wang, F., Liu, F. (2022). Hyperspectral redundancy detection and modeling with local Hurst exponent. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 592, 126830. doi: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2021.126830>
27. Arifeen, T., Hassan, A., Lee, J.-A. (2019). A Fault Tolerant Voter for Approximate Triple Modular Redundancy. Electronics, 8 (3), 332. doi: <https://doi.org/10.3390/electronics8030332>
28. Arifeen, T., Hassan, A. S., Lee, J.-A. (2020). Approximate Triple Modular Redundancy: A Survey. IEEE Access, 8, 139851–139867. doi: <https://doi.org/10.1109/access.2020.3012673>
29. Babić, I., Miljković, A., Čabarkapa, M., Nikolić, V., Đorđević, A., Randelović, M., Randelović, D. (2021). Triple Modular Redundancy Optimization for Threshold Determination in Intrusion Detection Systems. Symmetry, 13 (4), 557. doi: <https://doi.org/10.3390/sym13040557>
30. Bezv, S. V. (2021). Method of Equivalent of the Scheme Using the Methodology of Equilibrium Balance. Visnyk of Vinnytsia Politechnical Institute, 158 (5), 50–57. doi: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2021-158-5-50-57>
31. Hutyria, S. S., Vovk, V. V. (2022). Parametric failures and rational allocation reliability of robot machine subsystems. Collection of scientific works of the Odesa State Academy of Technical Regulation and Quality, 2 (21), 34–41. doi: <https://doi.org/10.32684/2412-5288-2022-2-21-34-41>
32. Yeremenko, O., Mersni, A. (2020). Improving the Fault Tolerance of Elements of Modern Infocommunication Networks with the Use of Default Gateway Redundancy Protocols. Problemi Telekomunikacij, 2 (27), 68–81. doi: <https://doi.org/10.30837/pt.2020.2.06>
33. Maistrenko, O., Khoma, V., Lykholot, O., Shcherba, A., Yakubovskiy, O., Stetsiv, S. et al. (2021). Devising a procedure for justifying the need for samples of weapons and weapon target assignment when using a reconnaissance firing system. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (3 (113)), 65–74. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.241616>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.277256

DEVELOPMENT OF RISK-BASED INSPECTION OF 28-YEARS-OLD SUBSEA SALES GAS PIPELINES TO SUPPORT THE ENERGY DEMAND (p. 17–27)

Johny Wahyuadi Soedarsono

Universitas Indonesia, Jawa Barat, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6051-2866>

Arie Wijaya

Universitas Indonesia, Jawa Barat, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3376-9024>

Taufik Adityawarman

Universitas Indonesia, Jawa Barat, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5574-0159>

Agus Paul Setiawan Kaban

Universitas Indonesia, Jawa Barat, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9706-0506>

Rini Riastuti

Universitas Indonesia, Jawa Barat, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3431-0413>

Rizal Tresna Ramdhani

Universitas Indonesia, Jawa Barat, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0760-6438>

Ayende

PEM Akamigas, Jawa Tengah, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5183-2581>

In the oil and gas industry, maintaining the integrity of production equipment is critical to ensuring the industry's sustainability. Failure to maintain the integrity of production equipment can result in financial losses for the business. The management of production equipment nearing the end of its design life faces an increasing cost of Inspection, Maintenance, and Repair (IMR). As a result, a strategy to improve the efficiency of IMR is essential. Recent IMR management practices include predictive Risk-Based Inspection (RBI), which is more efficient than Time-Based Inspection (TBI). The research intends to evaluate the 28-year-old subsea sales gas pipeline using API 581 standard quantitative methodology by utilizing the Inline Inspection (ILI). Specifically, the study focuses on measuring the Probability and Consequence Failure of inspected pipelines. The inspection interval is determined based on the minimum allowable thickness. The risk calculation indicates that 12 pipeline segments are at a medium risk level (3 segments, 1D and 1E, and 2C). The remaining nine segments remain at lower risk (1C). Based on the result, segment nine is accepted as the highest PoF value of $1.04E-4$ failures per year due to high depletion values due to the higher CoF value at the leak location. The calculation of the inspection interval indicates that the forthcoming Inspection will be due 20 years post the previous assessment. Another method using the Estimated Repair Factor (ERF) thickness limit approach produces the same results. However, assessment using ASME B31.8S provides different results of 10 years intervals when using the same ILI inspection method. This work can be used as a standard guideline to assess the risk of pipelines over a decade in service.

Keywords: risk-based Inspection, sales gas pipelines, ILI, Risk of Failure.

References

- Adi, A. C. et al. (2018). 2018 Handbook Of Energy & Economic Statistics Of Indonesia. Minist. Energy Miner. Resour. Available at: <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-handbook-of-energy-and-economic-statistics-of-indonesia-2018.pdf>
- Henao, F. A. (2021). Risk-based decisions: Implementing the asset integrity program. *Process Safety Progress*, 40 (S1). doi: <https://doi.org/10.1002/prs.12287>
- Adityawarman, T., Kaban, A. P. S., Soedarsono, J. W. (2022). A Recent Review of Risk-Based Inspection Development to Support Service Excellence in the Oil and Gas Industry: An Artificial Intelligence Perspective. *ASCE-ASME J Risk and Uncert in Engrg Sys Part B Mech Engrg*, 9 (1). doi: <https://doi.org/10.1115/1.4054558>
- Alfon, P., Soedarsono, J. W., Priadi, D., Sulistijono (2013). Application of Hoop Stress Limit State and Predicted Corrosion Rate in Underground Gas Transmission Pipeline Inspection Plan. *Applied Mechanics and Materials*, 328, 942–949. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.328.942>
- Eckert, R. B. (2015). Are we learning from the past? Opportunities for continuous improvement of internal corrosion management programs.
- Adityawarman, T., Soedarsono, J. W., Kaban, A. P. S., Riastuti, R., Rahmadani, H. (2022). The Study of Artificial Intelligent in Risk-Based Inspection Assessment and Screening: A Study Case of Inline Inspection. *ASCE-ASME J Risk and Uncert in Engrg Sys Part B Mech Engrg*, 9 (1). doi: <https://doi.org/10.1115/1.4054969>
- Risk-Based Inspection Methodology (2016). American Petroleum Institutes (API).
- Seo, J. K., Cui, Y., Mohd, M. H., Ha, Y. C., Kim, B. J., Paik, J. K. (2015). A risk-based inspection planning method for corroded subsea pipelines. *Ocean Engineering*, 109, 539–552. doi: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2015.07.066>
- Ma, Q., Tian, G., Zeng, Y., Li, R., Song, H., Wang, Z. et al. (2021). Pipeline In-Line Inspection Method, Instrumentation and Data Management. *Sensors*, 21 (11), 3862. doi: <https://doi.org/10.3390/s21113862>
- Zhang, H., Zhang, S., Wang, Y., Liu, Y., Yang, Y., Zhou, T., Bian, H. (2021). Subsea pipeline leak inspection by autonomous underwater vehicle. *Applied Ocean Research*, 107, 102321. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apor.2020.102321>
- Alfon, P., Soedarsono, J. W., Priadi, D., Sulistijono, S. (2011). Pipeline Material Reliability Analysis Regarding to Probability of Failure Using Corrosion Degradation Model. *Advanced Materials Research*, 422, 705–715. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.422.705>
- Azmi, M. F., Soedarsono, J. W. (2018). Study of corrosion resistance of pipeline API 5L X42 using green inhibitor bawang dayak (*Eleutherine americana* Merr.) in 1M HCl. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 105, 012061. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/105/1/012061>
- Paul Setiawan Kaban, A., Mayangsari, W., Syaiful Anwar, M., Maksum, A., Riastuti, R., Adityawarman, T., Wahyuadi Soedarsono, J. (2022). Experimental and modelling waste rice husk ash as a novel green corrosion inhibitor under acidic environment. *Materials Today: Proceedings*, 62, 4225–4234. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.738>
- Kaban, A. P. S., Soedarsono, J. W., Mayangsari, W., Anwar, M. S., Maksum, A., Ridhova, A., Riastuti, R. (2023). Insight on Corrosion Prevention of C1018 in 1.0 M Hydrochloric Acid Using Liquid Smoke of Rice Husk Ash: Electrochemical, Surface Analysis, and Deep Learning Studies. *Coatings*, 13 (1), 136. doi: <https://doi.org/10.3390/coatings13010136>
- Ismail, W. M. M. W., Napiah, M. N. M. A., Zabidi, M. Z. M., Tuselim, A. S. M. (2020). Managing Risk: Effective Use of Structural Reliability Assessment (SRA) and Quantitative Risk Assessment (QRA) for Sabah-Sarawak Gas Pipeline (SSGP). *Pipeline Integrity Management Under Geohazard Conditions (PIMG)*, 387–394. doi: https://doi.org/10.1115/1.861998_ch41
- Taha, W., Abou-Khousa, M., Haryono, A., AlShehhi, M., Al-Wahedi, K., Al-Durra, A. et al. (2020). Field demonstration of a microwave black powder detection device in gas transmission pipelines. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 73, 103058. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2019.103058>
- González-Arévalo, N. E., Velázquez, J. C., Díaz-Cruz, M., Cervantes-Tobón, A., Terán, G., Hernández-Sánchez, E., Capula-Colindres, S. (2021). Influence of aging steel on pipeline burst pressure prediction and its impact on failure probability estimation. *Engineering Failure Analysis*, 120, 104950. doi: <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.104950>
- Zhang, P., Su, L., Qin, G., Kong, X., Peng, Y. (2019). Failure probability of corroded pipeline considering the correlation of random variables. *Engineering Failure Analysis*, 99, 34–45. doi: <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.02.002>
- Ghavami, S. M., Borzooei, Z., Maleki, J. (2020). An effective approach for assessing risk of failure in urban sewer pipelines using a combination of GIS and AHP-DEA. *Process Safety and Environmental Protection*, 133, 275–285. doi: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2019.10.036>
- Hou, P., Yi, X., Dong, H. (2020). A Spatial Statistic Based Risk Assessment Approach to Prioritize the Pipeline Inspection of the Pipe-

- line Network. *Energies*, 13 (3), 685. doi: <https://doi.org/10.3390/en13030685>
21. Hameed, H., Bai, Y., Ali, L. (2020). A risk-based inspection planning methodology for integrity management of subsea oil and gas pipelines. *Ships and Offshore Structures*, 1–13. doi: <https://doi.org/10.1080/17445302.2020.1747751>
 22. API RP 581 - Risk-based Inspection Methodology (2016). American Petroleum Institute, 652.
 23. Shi, Y., Zhang, C., Li, R., Cai, M., Jia, G. (2015). Theory and Application of Magnetic Flux Leakage Pipeline Detection. *Sensors*, 15 (12), 31036–31055. doi: <https://doi.org/10.3390/s151229845>
 24. Sabry, H. (2014). Effective Asset Integrity Management through an Effective Risk Based Inspection Program- ADGAS' Experience. Day 3 Wed, November 12, 2014. doi: <https://doi.org/10.2118/171959-ms>
 25. Corroded Pipelines, DNV-RP-F101 (2010). DNV.
 26. ASME B31G-2009: manual for determining the remaining strength of corroded pipelines (2009). ASME.
 27. Dehghani, A., Bahlakeh, G., Ramezanzadeh, B. (2019). A detailed electrochemical/theoretical exploration of the aqueous Chinese gooseberry fruit shell extract as a green and cheap corrosion inhibitor for mild steel in acidic solution. *Journal of Molecular Liquids*, 282, 366–384. doi: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.03.011>
 28. BS 7910. Guide to methods for assessing the acceptability of flaws in metallic structures (2013). BSI Stand. Publ.
 29. API RP 581: Risk-based inspection technology (2008). American Petroleum Institute.
 30. Bhatia, K., Khan, F., Patel, H., Abbassi, R. (2019). Dynamic risk-based inspection methodology. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 62, 103974. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2019.103974>
 31. Matthews, C. (2009). An Introduction to API 570. A Quick Guide to API 570 Certified Pipework Inspector Syllabus, 10–18. doi: <https://doi.org/10.1533/9781845696849.1.10>
 32. NACE MR0175/ISO 15156-1. Petroleum and natural gas industries – Materials for use in H₂S-containing Environments in oil and gas production – Part 1: General principles for selection of cracking-resistant materials.
 33. Scott, R. A. A. (2001). Multi-Service Vessels for Deepwater Subsea Well Interventions. All Days. doi: <https://doi.org/10.4043/12947-ms>
 34. Leuinadrie, L. P., Soedarsono, J. W. M. (2021). Pipe stress simulation and failure analysis of carbon steel flange spool in CO₂ gas flow condition. *AIP Conference Proceedings*. doi: <https://doi.org/10.1063/5.0070886>
 35. Asfar, Mhd. I. Y., Soedarsono, J. W., Wijaya, A., Aditiyawarman, T., Soelistiyono, D., Ramadhan, R. (2021). Quantitative Risk-Based Inspection on Gas Riser Pipelines at Offshore Facilities. *Teknomekanik*, 4 (2), 78–84. doi: <https://doi.org/10.24036/teknomekanik.v4i2.11172>
 36. Yusniati, M. (2005). Analisis Spasial Suhu Permukaan Laut di Perairan Laut Jawa Pada Musim Timur dengan Menggunakan Data Digital Satelit Noaa 16-Avhr. Bogor Institute of Technology.
 37. Hart, E. (2016). Corrosion inhibitors: Principles, mechanisms and applications. Nova Science Publishers, Inc., 173.
 38. Lelo, N. A., Stephan Heyns, P., Wannenburg, J. (2022). Development of an approach to incorporate proportional hazard modelling into a risk-based inspection methodology. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 29 (1), 265–285. doi: <https://doi.org/10.1108/jqme-04-2021-0030>
 39. Márquez-Domínguez, S., Sørensen, J. D. (2012). Fatigue Reliability and Calibration of Fatigue Design Factors for Offshore Wind Turbines. *Energies*, 5 (6), 1816–1834. doi: <https://doi.org/10.3390/en5061816>
 40. El-Abbasy, M. (2013). Predicting offshore oil and gas pipelines condition. *Qatar Foundation Annual Research Forum*, 2013 (1). doi: <https://doi.org/10.5339/qfarf.2013.eep-05>
 41. Bhandari, J., Abbassi, R., Garaniya, V., Khan, F. (2015). Risk analysis of deepwater drilling operations using Bayesian network. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 38, 11–23. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2015.08.004>
 42. Vasseghi, A., Haghshenas, E., Soroushian, A., Rakhshandeh, M. (2021). Failure analysis of a natural gas pipeline subjected to landslide. *Engineering Failure Analysis*, 119, 105009. doi: <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.105009>
 43. Rachman, A., Zhang, T., Ratnayake, R. M. C. (2021). Applications of machine learning in pipeline integrity management: A state-of-the-art review. *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, 193, 104471. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpvp.2021.104471>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.277492

CONSTRUCTION OF A VISUAL MODEL OF PEOPLE'S MOVEMENT TO MANAGE SAFETY WHEN EVACUATING FROM A SPORTS INFRASTRUCTURE FACILITY (p. 28–41)

Andriy Ivanusa

Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9141-8039>

Volodymyr Marych

Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7051-4494>

Dmytro Kobylkin

Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2848-3572>

Sergiy Yemelyanenko

Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2766-8428>

By applying the probabilistic method and optimization synthesis of flexible technological lines, topological models have been built of safety-oriented management of human flows and evacuation time using the «Arena Lviv» stadium as an example. They are necessary to calculate the time of evacuation of people to a safe zone. When people leave the stadium sectors on the promenade, their flow is significantly modified. Therefore, the calculation of the time of evacuation of people requires the use of different procedures depending on the type of human flow in order to obtain more accurate results. There may be several such cases on one evacuation route and significantly more during the evacuation of people from all sectors and premises of the stadium administrative building as a whole. Thus, a lot of time is spent on choosing the right procedure and initial data for calculation if we use existing classical verbal models, which is their disadvantage. Verbal models have a large volume, they need to be repeatedly re-read in order to determine the numerical values of factors affecting the flow of people while topological models are much more compact. Topological models make it possible to visually present more complete information about the evacuation process, and this makes it possible to quickly select the initial data for calculating the time of evacuation of people at the next evacuation site.

The time of evacuation of people from the «Arena Lviv» stadium was calculated; the evacuation system happened to not comply with the accepted standards. In particular, the time of evacuation of people from the structure exceeded eight minutes. Using the critical path method, bottlenecks of the stadium evacuation system were identified, and human flows were redistributed, which made it possible to reduce the total evacuation time to acceptable indicators.

Keywords: evacuation of people, object of sports infrastructure, ensuring the safety of people, safety-oriented management, topological models.

References

- Boyce, K., McConnell, N., Shields, J. (2017). Evacuation response behaviour in unannounced evacuation of licensed premises. *Fire and Materials*, 41 (5), 454–466. doi: <https://doi.org/10.1002/fam.2430>
- Tavana, H., Aghabayk, K., Boyce, K. (2022). A Comparative Study of Flows Through Funnel-Shaped Bottlenecks Placed in the Middle and Corner. *Collective Dynamics*, 6, 1. doi: <https://doi.org/10.17815/cd.2021.128>
- Jianyu, W., Jian, M., Peng, L., Juan, C., Zhijian, F., Tao, L., Sarvi, M. (2019). Experimental study of architectural adjustments on pedestrian flow features at bottlenecks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2019 (8), 083402. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-5468/ab3190>
- Pan, H., Zhang, J., Song, W. (2020). Experimental study of pedestrian flow mixed with wheelchair users through funnel-shaped bottlenecks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2020 (3), 033401. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-5468/ab6b1c>
- Lin, P., Ma, J., Liu, T., Ran, T., Si, Y., Li, T. (2016). An experimental study of the «faster-is-slower» effect using mice under panic. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 452, 157–166. doi: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2016.02.017>
- Haghani, M. (2020). Empirical methods in pedestrian, crowd and evacuation dynamics: Part I. Experimental methods and emerging topics. *Safety Science*, 129, 104743. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104743>
- Nilsson, D., Thompson, P., McGrath, D., Boyce, K., Frantzych, H. (2020). Crowd safety: prototyping for the future: Summary report showing how the science for «pedestrian flow» can keep up with demographic change. *Fire Safety Engineering*. Available at: <https://portal.research.lu.se/en/publications/crowd-safety-prototyping-for-the-future-summary-report-showing-how>
- Zachko, O., Golovaty, R., Yevdokymova, A. (2017). Development of a simulation model of safety management in the projects for creating sites with mass gathering of people. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (3 (86)), 15–24. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.98135>
- Kovalyshyn, V. V., Khlevnoy, O. V., Kharyshyn, D. V. (2020). Primary school-aged children evacuation from secondary education institutions with inclusive classes. *Sciences of Europe*, 1 (60), 53–56. doi: <https://doi.org/10.24412/3162-2364-2020-60-1-53-56>
- Cheraghi, S. A., Sharma, A., Nambodiri, V., Arsal, G. (2019). Safe-Exit4All. *Proceedings of the 16th International Web for All Conference*. doi: <https://doi.org/10.1145/3315002.3317569>
- Thompson, P., Tavana, H., Goulding, C., Frantzych, H., Boyce, K., Nilsson, D. et al. (2022). Experimental analyses of step extent and contact buffer in pedestrian dynamics. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 593, 126927. doi: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2022.126927>
- Ivanusa, A. (2018). Project of forming «culture and safety» of the airport. *MATEC Web of Conferences*, 247, 00045. doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201824700045>
- Yemlyanenko, S., Ivanusa, A., Klym, H. (2017). Mechanism of fire risk management in projects of safe operation of place for assemblage of people. 2017 12th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT). doi: <https://doi.org/10.1109/stc-csit.2017.8098792>
- Kobylkin, D., Zachko, O., Ratushny, R., Ivanusa, A., Wolff, C. (2021). Models of content management of infrastructure projects mono-templates under the influence of project changes. *CEUR Workshop Proceedings* this link is disabled, 2851, 106–115. Available at: <https://sci.lidubgd.edu.ua/bitstream/123456789/9642/1/paper10.pdf>
- Gwynne, S., Amos, M., Kinatader, M., Bénichou, N., Boyce, K., Natalie van der Wal, C., Ronchi, E. (2020). The future of evacuation drills: Assessing and enhancing evacuee performance. *Safety Science*, 129, 104767. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104767>
- National Building Code of Canada: 1995. National Research Council Canada, 571. doi: <https://doi.org/10.4224/40001252>
- Fire Precautions in the Design and Construction of Buildings. Part 8. Code of Practice for Means of Escape for Disabled People (1988). Fire Standards Committee, British Standards Institution, 21.
- Tavana, H., Aghabayk, K. (2019). Insights toward efficient angle design of pedestrian crowd egress point bottlenecks. *Transportmetrica A: Transport Science*, 15 (2), 1569–1586. doi: <https://doi.org/10.1080/23249935.2019.1619200>
- Rehlement infrastruktury stadioniv ta zakhodiv bezpeky provedenia zmahani z futbolu (2020). *Ukrainska asociatsiya futbolu*. Kyiv, 150. Available at: https://upl.ua/uploads/2002/Da5_5AJwOaQ-jy3uCJS17lYq7ArM1q2b_.pdf
- Guide to Safety at Sports Grounds (2008). Available at: <https://www.raithrovers.net/files/GuidetoSafetyatSportsGrounds.pdf>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.277253

FORMATION OF THE BALANCED DEVELOPMENT TRAJECTORY OF THE ECOLOGISTIC SYSTEM PROJECT (p. 42–53)

Sergey Rudenko

Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1671-605X>

Tetiana Kovtun

Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2753-8519>

Victoriya Smrkovska

Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4515-5236>

Meeting modern requirements for achieving sustainable development goals requires transformational changes in the principles of doing business, in particular the organization of logistics activities. Environmentally oriented management turns the logistics system into an environmentally friendly one, which allows achieving logistics goals with minimal eco-destructive impact on the environment and solving the problem of environmental protection.

The object of this study is the mechanism of forming the trajectory of the ecologicistic system project, which makes it possible to take into account the peculiarities of its life cycle and ensure balanced development.

The ecologicistics system project is seen as a complex, open, dynamic, stationary system that supports stationary homeostasis through internal and external metabolism. During the life cycle, the ecologicistic system project evolves, moving from one stationary state to another, each of which corresponds to certain values of input and output resources. This vision makes it possible to determine the optimal ratio of resources in the resource balance, which ensures the homeostasis of the system and minimizes the eco-destructive impact on the environment. A model of homeostasis of the stationary state of the project and a model of balanced development of the project of the ecologicistic system have been developed, the use of which allows creating a trajectory that ensures the maximum value of the ecological and economic value of the project. Experimental calculations confirming the feasibility of using the proposed mechanism and showing an increase in the ecological and economic value of the project as a result of its development in accordance with the formed trajectory are presented. The proposed mechanism should be used when planning the development of logistics system projects in order to achieve a balance of economic and environmental goals of the project.

Keywords: ecologicistics, ecologicistic system, circular economy, balanced development, ecologicistics system project.

References

1. Mishenin, Y., Koblianska, I., Medvid, V., Maistrenko, Y. (2018). Sustainable regional development policy formation: role of industrial ecology and logistics. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 6 (1), 329–341. doi: [https://doi.org/10.9770/jesi.2018.6.1\(20\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2018.6.1(20))
2. Kovtun, T. (2021). Scientific basis of convergent project management of eco-logistics systems. *Management of Development of Complex Systems*, 47, 14–24. doi: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.47.14-24>
3. Rudenko, S., Gogunskii, V., Kovtun, T., Smrkovska, V. (2021). Determining the influence of transformation changes in the life cycle on the assessment of effectiveness of an ecologic system project. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (3 (109)), 6–14. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225262>
4. Rudenko, S., Kovtun, T., Smrkovska, V. (2022). Devising a method for managing the configuration of products within an eco-logistics system project. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (3 (118)), 34–42. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.261956>
5. Melnyk, L. (Ed.) (2009). *Practice Development: Sustainable Theory. Methodology*. Sumy, 1216. Available at: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/44445>
6. Korhonen, J., Honkasalo, A., Seppälä, J. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, 143, 37–46. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
7. Rizos, V., Tuokko, K., Behrens, A. (2017). The Circular Economy A review of definitions, processes and impacts. *Energy Climate House*. Available at: https://www.ceps.eu/wp-content/uploads/2017/04/RR2017-08_CircularEconomy_0.pdf
8. Murray, A., Skene, K., Haynes, K. (2015). The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *Journal of Business Ethics*, 140, 369–380. doi: <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2>
9. *Towards a Circular Economy: Business Rationale For An Accelerated Transition* (2015). Ellen MacArthur Foundation. Available at: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE_Ellen-MacArthur-Foundation-9-Dec-2015.pdf
10. Mytsenko, I. M., Khadzhynov, I. V. (2022). Concepts of circular business models of key European companies. *Economics and organization of management*, 1 (45), 25–38. doi: <https://doi.org/10.31558/2307-2318.2022.1.3>
11. Mishenin, Ye., Koblianska, I. (2017). Perspectives and mechanisms of «circular» economy global development. *Marketing and Management of Innovations*, 2, 329–343. doi: <https://doi.org/10.21272/mmi.2017.2-31>
12. Koblianska, I. (2018). Ecologically related transformation of the logistics theory: directions and content. *Environmental Economics*, 9 (4), 44–49. doi: [https://doi.org/10.21511/ee.09\(4\).2018.04](https://doi.org/10.21511/ee.09(4).2018.04)
13. Van Buren, N., Demmers, M., van der Heijden, R., Witlox, F. (2016). Towards a Circular Economy: The Role of Dutch Logistics Industries and Governments. *Sustainability*, 8 (7), 647. doi: <https://doi.org/10.3390/su8070647>
14. Korniyko, Ya., Valiavskaya, N. (2019). The conceptual apparatus and stages of ecological development. *Ekonomika ta derzhava*, 1, 43–46. Available at: http://www.economy.in.ua/pdf/1_2019/9.pdf
15. Zaloznova, Yu., Kwilinski, A., Trushkina, N. (2018). Reverse logistics in a system of the circular economy: theoretical aspect. *Economic Herald of the Donbas*. 4 (54), 29–37. Available at: <http://dspace.nbu.gov.ua/handle/123456789/150147>
16. Zelena lohistyka yak kontseptsiiia staloho rozvytku transportno-lohistrychnoi systemy v Ukraini (2019). *Determinanty staloho rozvytku ekonomiky*. Kyiv: Interservis, 232–241. Available at: <https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/1ee1a24d-6150-4613-850b-d36c69df1be6/content>
17. Rudenko, S., Kovtun, T. (2021). Creation of the Eco-Logistic system project products configuration in the conditions of uncertainty. *Proceedings of the 2nd International Workshop IT Project Management (ITPM 2021)*. Vol. 2851. *CEUR Workshop Proceedings*. Slawsko, 195–205. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-2851/paper18.pdf>
18. Hrechyn, B. D. (2016). Ecologistics development as a process of innovative activity activation of entrepreneurial structures. *Visnyk Natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia*, 4 (76), 62–74. Available at: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/8967>
19. Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E., Hanemaaijer, A. (2017). *Circular Economy: Measuring Innovation in the Product Chain*. Netherlands Environmental Assessment Agency, 46. Available at: <https://5dok.net/document/rz3djj7y-circular-economy-measuring-innovation-in-product-chains.html>
20. Nikitchenko, Y. S., Waygang, G. O., Khrutba, Y. S., Hrabovska, T. M. (2016). Environmental and economic efficiency of transport logistics. *Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu*, 2 (35), 126–135. Available at: http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/35_2016/UKR.htm
21. Vorkut, T. A., Halak, I. I., Petunin, A. V., Kharuta, V. S. (2020). *Upravlinnia portfeliami realizatsiyi lohistrychnykh stratehiy v merezhakh orhanizatsiy lantsiuhiv postachan*. Kyiv: Milenium, 210.
22. Poddubnaya, N. (2016). Identification of the product and resources for «logistics system» project. *Technology Audit and Production Reserves*, 2 (3 (28)), 49–53. doi: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2016.66884>
23. Bushuev, S. D., Bushueva, N. S., Neizvestnyi, S. I. (2012). Mechanisms of convergence project management methodology. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*, 11, 5–13. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2012_11_3
24. Bushuev, S. D., Neizvestnyi, S. I., Kharitonov, D. A. (2013). *Sistemnaya model' mekhanizmov konvergentsii v upravlenii proektami*. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*, 13, 12–18. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2013_13_5
25. Bushuyev, S. D., Bushuyev, D. A., Rogozina, V. B., Mikhieieva, O. V. (2015). Convergence of knowledge in project management. 2015 IEEE 8th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS). doi: <https://doi.org/10.1109/IDAACS.2015.7341355>
26. Ghisellini, P., Cialani, C., Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
27. Sauve, S., Bernard, S., Sloan, P. (2016). Environmental sciences, sustainable development and circular economy: alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environ*, 17, 48–56. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.09.002>
28. Jayaraman, V., Klassen, R., Linton, J. D. (2007). Supply chain management in a sustainable environment. *Journal of Operations Management*, 25 (6), 1071–1074. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.016>
29. Rudenko, S., Kovtun, T., Smrkovska, V., Smokova, T., Garbzhii, K., Kovtun, D. (2022). Assessment of the efficiency of the ecologic system project taking into account the transformational changes of its life cycle model. *Logistics systems: technological and economic aspects of efficiency*. Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER, 108–134. doi: <https://doi.org/10.15587/978-617-7319-66-4.ch4>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.275836

BUILDING A MODEL OF THE GOODS DELIVERY SYSTEM THAT USES UNMANNED AERIAL VEHICLES BASED ON PRIORITY (p. 54–63)

Bogdan Knysht

Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6779-4349>

Yaroslav Kulyk

Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8327-8259>

This paper considers the organization of a goods delivery process, which is selected as the study object. It has been established that the main problems that arise in this case can be caused, for example, by the imperfection of infrastructure and transport for delivery. This can be partially solved through the use of unmanned aerial vehicles for the delivery of goods, as well as by solving tasks related to effective control over their movement. However, there is another issue associated with the insufficient efficiency of existing mathematical models of goods delivery systems involving unmanned aerial vehicles since the maximum possible delivery speed is not provided. Therefore, there is a need to find a better solution to this problem.

A model of the goods delivery system that uses unmanned aerial vehicles based on priority has been built. The resulting model takes into account the intensity of requests and provides a shorter waiting time in the queue, and therefore a greater delivery speed.

Models of single-channel and multichannel goods delivery systems with failures and expectations were investigated according to probability. It was found that the devised goods delivery system is on average less loaded per unit of time and makes it possible to serve more orders while incoming orders are in line for less time. The same models have also been investigated according to the waiting time in the queue. It has been established that the devised goods delivery system provides a shorter waiting time in the queue. At the same time, the deviation between the theoretical and experimental values of probabilities and waiting time is 2 % and 3 %, respectively, which allows us to assert high accuracy of the results and the devised model as a whole.

The results reported here could be used in practice in the absence of an extensive network of logistics and sales and remoteness of recipients.

Keywords: time allocation, delivery priority, goods delivery system, unmanned aerial vehicle.

References

- Perebyinis, V. I., Perebyinis, O. V. (2005). Transportno-lohistychni systemy pidpriemstv: formuvannia ta funktsionuvannia. Poltava: RVV PUSKU, 207.
- Yang, X.-S., Koziel, S., Leifsson, L. (2014). Computational Optimization, Modelling and Simulation: Past, Present and Future. *Procedia Computer Science*, 29, 754–758. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.05.067>
- Zhu, X., Liu, Z., Yang, J. (2015). Model of Collaborative UAV Swarm Toward Coordination and Control Mechanisms Study. *Procedia Computer Science*, 51, 493–502. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.05.274>
- Knysh, B. P., Kulyk, Y. A., Baraban, M. V. (2018). Classification of unmanned aerial vehicles and their use for delivery of goods. *Herald of Khmelnytskyi national university*, 3, 246–252. Available at: http://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/tech/pdfbase/2018/2018_3/jrn/pdf/42.pdf
- Viunenko, O. B., Voronets, L. P. (2008). Doslidzhennia operatsiy. Systemy masovoho obsluhovuvannia. Sumy: SNAU, 37. Available at: <https://docplayer.net/70989738-Doslidzhennia-operaciy.html>
- Yoshikawa, K., Yamamoto, K., Nishio, T., Morikura, M. (2019). Grid-Based Exclusive Region Design for 3D UAV Networks: A Stochastic Geometry Approach. *IEEE Access*, 7, 103806–103814. doi: <https://doi.org/10.1109/access.2019.2931344>
- Yao, J., Ansari, N. (2019). QoS-Aware Rechargeable UAV Trajectory Optimization for Sensing Service. *ICC 2019 – 2019 IEEE International Conference on Communications (ICC)*. doi: <https://doi.org/10.1109/icc.2019.8761497>
- Zhang, L., Ansari, N. (2020). Latency-Aware IoT Service Provisioning in UAV-Aided Mobile-Edge Computing Networks. *IEEE Internet of Things Journal*, 7 (10), 10573–10580. doi: <https://doi.org/10.1109/jiot.2020.3005117>
- Guerreiro, N. M., Hagen, G. E., Maddalon, J. M., Butler, R. W. (2020). Capacity and Throughput of Urban Air Mobility Vertiports with a First-Come, First-Served Vertiport Scheduling Algorithm. *AIAA AVIATION 2020 FORUM*. doi: <https://doi.org/10.2514/6.2020-2903>
- Kharchenko, V., Kliushnikov, I., Rucinski, A., Fesenko, H., Illiashenko, O. (2022). UAV Fleet as a Dependable Service for Smart Cities: Model-Based Assessment and Application. *Smart Cities*, 5 (3), 1151–1178. doi: <https://doi.org/10.3390/smartcities5030058>
- Pappas, N. (2018). Performance Analysis of a System with Bursty Traffic and Adjustable Transmission Times. *2018 15th International Symposium on Wireless Communication Systems (ISWCS)*. doi: <https://doi.org/10.1109/iswcs.2018.8491231>
- Bassan, E., Kreimer, J. (2009). Multichannel Real-Time System with Single Joint Queue and Preemptive Priorities. *Communications in Dependability and Quality Management*, 12, 37–50. Available at: <https://scirp.org/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1851694>
- Kreimer, J., Ianovsky, E. (2015). Real Time Systems with Non-preemptive Priorities and Ample Maintenance Facilities. *Journal of Computer and Communications*, 03 (07), 32–45. doi: <https://doi.org/10.4236/jcc.2015.37004>
- Knysh, B. P., Kulik, J. A., Lisoenko, A. I. (2018). The method of the time distribution for the goods shipment by the means of unpiloted aerial vehicles based on a priority. *Herald of Khmelnytskyi national university*, 6, 232–240. Available at: http://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/tech/pdfbase/2018/2018_6/jrn2/pdf/44.pdf
- Nazarenko, N. (2015). Mozhlyvosti matematychnoho paketa MathCAD. *Zbirnyk tez II Ukrainskoi konferentsii molodykh naukovtsiv*, 181–183. Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/33690997.pdf>
- Michel, O. (2004). Cyberbotics Ltd. Webots™: Professional Mobile Robot Simulation. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 1 (1), 5. doi: <https://doi.org/10.5772/5618>
- Dogan, A. (2003). Probabilistic approach in path planning for UAVs. *Proceedings of the 2003 IEEE International Symposium on Intelligent Control ISIC-03*. doi: <https://doi.org/10.1109/isic.2003.1254706>
- Bednowitz, N., Batta, R., Nagi, R. (2014). Dispatching and loitering policies for unmanned aerial vehicles under dynamically arriving multiple priority targets. *Journal of Simulation*, 8 (1), 9–24. doi: <https://doi.org/10.1057/jos.2011.22>
- Zhang, H., Wei, S., Yu, W., Blasch, E., Chen, G., Shen, D., Pham, K. (2014). Scheduling methods for unmanned aerial vehicle based delivery systems. *2014 IEEE/AIAA 33rd Digital Avionics Systems Conference (DASC)*. doi: <https://doi.org/10.1109/dasc.2014.6979499>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.277583

THE OPTIMIZATION OF CARGO DELIVERY PROCESSES WITH DYNAMIC ROUTE UPDATES IN SMART LOGISTICS (p. 64–73)

Viktor Danchuk

National Transport University, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4282-2400>

Antonio Comi

University of Rome «Tor Vergata», Rome, Italy
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6784-1638>

Christian Weiß

Hochschule Ruhr West University of Applied Sciences, Mülheim an der Ruhr, Germany
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3867-6105>

Vitalii Svatko

National Transport University, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0712-5688>

The object of research is the processes of transport logistics management under the influence of non-stationary factors of different nature on the functioning of street-road networks (SRN) in cities. The task of dynamic routing at large and variable loading of SRN sections is solved by managing the processes of cargo delivery in real time within the framework of the implementation of the Smart Logistics concept.

Simulation studies of cargo delivery routing with dynamic real-time route updating using a modified ant colony algorithm and data on the dynamics of traffic flow (TF) were conducted using an SRN in the city of Kyiv as an example. Here, experimental data were obtained using motion sensors of intelligent transport systems. During the optimization, current data were used acquired online within the framework of the Internet of Things technology, as well as historical data obtained over past periods of time and averaged using Big Data (BD) technology. Route optimization at each stage of real-time updates was achieved using a modified ant colony algorithm. This method has a sufficiently high optimization performance and makes it possible, unlike many other intelligent methods, to directly take into account the non-stationary dynamics of TF within SRN. It is shown that the use of properly averaged BD historical data allows for more efficient planning of transport routes.

The simulation studies indicate the possibility of using the proposed approach by transport companies and authorities to solve the problems of managing logistics flows in an automated mode under conditions of complex, unpredictable traffic.

Keywords: dynamic routing, intelligent methods, smart logistics, Internet of Things, big data.

References

1. A handbook on sustainable urban mobility and spatial planning: promoting active mobility (2020). United Nations Economic Commission for Europe. doi: <https://doi.org/10.18356/8d742f54-en>
2. Schrotten, A., Van Grinsven, A., Tol, E., Leestemaker, L., Schackmann, P. P., Vonk-Noordegraaf, D. et al. (2020). Research for TRAN Committee – The impact of emerging technologies on the transport system. European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies, Brussels. Available at: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/652226/IPOL_STU\(2020\)652226_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/652226/IPOL_STU(2020)652226_EN.pdf)
3. Larsen, A. (2000). The dynamic vehicle routing problem. Technical University of Denmark. IMM-PHD. Available at: <https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/5261816/imm143.pdf>
4. Erdoğan, G. (2017). An opensource Spreadsheet Solver for Vehicle Routing Problems. *Computers & Operations Research*, 84, 62–72. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cor.2017.02.022>
5. Thompson, R. G., Zhang, L. (2018). Optimising courier routes in central city areas. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 93, 1–12. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.05.016>
6. Jamil, A., Abdallah, B. N., Leksono, V. A. (2021). Firefly Algorithm for Multi-type Vehicle Routing Problem. *Journal of Physics: Conference Series*, 1726 (1), 012006. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1726/1/012006>
7. Wu, H., Gao, Y., Wang, W., Zhang, Z. (2021). A hybrid ant colony algorithm based on multiple strategies for the vehicle routing problem with time windows. *Complex & Intelligent Systems*. doi: <https://doi.org/10.1007/s40747-021-00401-1>
8. Giuffrida, N., Fajardo-Calderin, J., Masegosa, A. D., Werner, F., Steudter, M., Pilla, F. (2022). Optimization and Machine Learning Applied to Last-Mile Logistics: A Review. *Sustainability*, 14 (9), 5329. doi: <https://doi.org/10.3390/su14095329>
9. Zajkani, M. A., Baghdorani, R. R., Haeri, M. (2021). Model predictive based approach to solve DVRP with traffic congestion. *IFAC-PapersOnLine*, 54 (21), 163–167. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.12.028>
10. Zhang, H., Zhang, Q., Ma, L., Zhang, Z., Liu, Y. (2019). A hybrid ant colony optimization algorithm for a multi-objective vehicle routing problem with flexible time windows. *Information Sciences*, 490, 166–190. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.03.070>
11. Belhaiza, S., M'Hallah, R., Ben Brahim, G., Laporte, G. (2019). Three multi-start data-driven evolutionary heuristics for the vehicle routing problem with multiple time windows. *Journal of Heuristics*, 25 (3), 485–515. doi: <https://doi.org/10.1007/s10732-019-09412-1>
12. Hoogeboom, M., Dullaert, W. (2019). Vehicle routing with arrival time diversification. *European Journal of Operational Research*, 275 (1), 93–107. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.11.020>
13. Yu, X. (2022). Logistics Distribution for Path Optimization Using Artificial Neural Network and Decision Support System. *Research Square*. doi: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1249887/v1>
14. Zhang, N. (2018). Smart Logistics Path for Cyber-Physical Systems With Internet of Things. *IEEE Access*, 6, 70808–70819. doi: <https://doi.org/10.1109/access.2018.2879966>
15. Sánchez-Díaz, I., Holguin-Veras, J., Ban, X. (2015). A time-dependent freight tour synthesis model. *Transportation Research Part B: Methodological*, 78, 144–168. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trb.2015.04.007>
16. Zhang, L., Thompson, R. G. (2019). Understanding the benefits and limitations of occupancy information systems for couriers. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 105, 520–535. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2019.06.013>
17. Russo, F., Comi, A. (2021). Sustainable Urban Delivery: The Learning Process of Path Costs Enhanced by Information and Communication Technologies. *Sustainability*, 13 (23), 13103. doi: <https://doi.org/10.3390/su132313103>
18. Danchuk, V., Bakulich, O., Svatko, V. (2019). Building Optimal Routes for Cargo Delivery in Megacities. *Transport and Telecommunication Journal*, 20 (2), 142–152. doi: <https://doi.org/10.2478/ttj-2019-0013>
19. Danchuk, V., Weiß, C., Svatko, V. (2022). Smart logistics within the framework of the concept of cyber-physical systems. *Intelligent Transport Systems: Ecology, Safety, Quality, Comfort*. doi: <https://doi.org/10.33744/978-966-632-318-0-2022-3-14-19>
20. Zenchenko, V. A., Rementsov, A. N., Pavlov, A. V., Sotskov, A. V. (2012). Assessment of parameters of environment and the main transport streams defining a situation on a street road network. *Modern High Technologies*, 2, 52–59. Available at: <https://s.top-technologies.ru/pdf/2012/2/9.pdf>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.278002

HARRIS HAWKS OPTIMIZATION FOR AMBULANCE VEHICLE ROUTING IN SMART CITIES (p. 74–81)

Taha Darwassh Hanawy Hussein

National Engineering School of Sfax (ENIS), Sfax, Tunisia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6692-6816>

Mondher Frikha

National School of Electronics and Telecoms of Sfax, Sfax, Tunisia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2584-5141>

Javad Rahebi

Istanbul Topkapi University, Istanbul, Turkey

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9875-4860>

The ambulance routing problem is one of the capacitated ambulance routing problem forms. It deals with injuries and their requests for saving. Therefore, the main aim of the ambulance routing problem is to determine the minimum (i.e., optimum) required distances of between:

- 1) accident places and the ambulance station;
- 2) the location of the nearest hospital and the accident places.

Although of the efforts proposed in the literature, determining the optimum route is crucial. Therefore, this article seeks to tackle ambulance vehicle routing in smart cities using Harris Hawks Optimization (HHO) algorithm. It attempts to take the victims as quickly as possible and confidently. Several engineering optimization problems confirm that HHO outperforms many well-known Swarm intelligence approaches. In our system, let's use the node approach to produce a city map. Initially, the control station receives accident site information and sends it to the hospital and the ambulance. The HHO vehicle routing algorithm receives data from the driver; the data includes the location of the accident and the node position of the ambulance vehicle. Then, the driver's shortest route to the accident scene by the HHO. The locations of the accident and hospital are updated by the driver once the car reaches the accident site. The fastest route (which results in the least travel time) to the hospital is then determined. The HHO can provide offline information for a potential combination of the coordinates of destination and source. Extensive simulation experiments demonstrated that the HHO can provide optimal solutions. Furthermore, performance evaluation experiments demonstrated the superiority of the HHO algorithm over its counterparts (SAODV, TVR, and TBM methods). Furthermore, for ten malicious nodes, the PDF of the algorithm was 0.91, which is higher than the counterparts.

Keywords: ambulance vehicle routing, Harris Hawks optimization method, smart city.

References

- Arunmozhi, P., William, P. J. (2014). Automatic ambulance rescue system using shortest path finding algorithm. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 3 (5). Available at: <https://www.ijsr.net/archive/v3i5/MDIwMTMxODM2.pdf>
- Suthaputchakun, C., Cao, Y. (2019). Ambulance-to-Traffic Light Controller Communications for Rescue Mission Enhancement: A Thailand Use Case. *IEEE Communications Magazine*, 57 (12), 91–97. doi: <https://doi.org/10.1109/mcom.001.1900038>
- Allam, S. (2021). Research on intelligent medical big data system based on Hadoop and blockchain. *International Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, 8 (4). Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3855242
- Adanur, B., Bakir-Gungor, B., Soran, A. (2020). Blockchain-based Fog Computing Applications in Healthcare. 2020 28th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU). doi: <https://doi.org/10.1109/siu49456.2020.9302168>
- Gul, M. J., Subramanian, B., Paul, A., Kim, J. (2021). Blockchain for public health care in smart society. *Microprocessors and Microsystems*, 80, 103524. doi: <https://doi.org/10.1016/j.micpro.2020.103524>
- AMohammed Al-Mafriji, A. A., Hamodi, Y. I., Hassn, S. G., Mohammed, A. B. (2023). Analyzing the use of expert systems in improving the quality of decision-making. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (3 (121)), 73–80. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.274584>
- Majid, M., Habib, S., Javed, A. R., Rizwan, M., Srivastava, G., Gadekallu, T. R., Lin, J. C.-W. (2022). Applications of Wireless Sensor Networks and Internet of Things Frameworks in the Industry Revolution 4.0: A Systematic Literature Review. *Sensors*, 22 (6), 2087. doi: <https://doi.org/10.3390/s22062087>
- Tripathy, B. K., Reddy Maddikunta, P. K., Pham, Q.-V., Gadekallu, T. R., Dev, K., Pandya, S., ElHalawany, B. M. (2022). Harris Hawk Optimization: A Survey on Variants and Applications. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, 1–20. doi: <https://doi.org/10.1155/2022/2218594>
- Umar, S., Sadiku, L. U., Tonga, D. A. (2019). Intelligent-Based Control System for Effective Road Traffic Management in Nigeria: A Proposed Model. *International Journal of Latest Engineering Science (IJLES)*, 2 (6). Available at: <https://www.ijlesjournal.org/2019/volume-2%20issue-6/ijles-v2i6p103.pdf>
- Priyadarshi, S., Mehrotra, R., Shekhar, S. (2019). Self Control & Monitoring Traffic Management System. 2019 2nd International Conference on Power Energy, Environment and Intelligent Control (PEEIC). doi: <https://doi.org/10.1109/peeic47157.2019.8976768>
- Ghazal, B., ElKhatib, K., Chahine, K., Kherfan, M. (2016). Smart traffic light control system. 2016 Third International Conference on Electrical, Electronics, Computer Engineering and Their Applications (EECEA). doi: <https://doi.org/10.1109/eecea.2016.7470780>
- Lee, W.-H., Chiu, C.-Y. (2020). Design and Implementation of a Smart Traffic Signal Control System for Smart City Applications. *Sensors*, 20 (2), 508. doi: <https://doi.org/10.3390/s20020508>
- Shanmughasundaram, R., Prasanna Vadanam, S., Dharmarajan, V. (2018). Li-Fi Based Automatic Traffic Signal Control for Emergency Vehicles. 2018 Second International Conference on Advances in Electronics, Computers and Communications (ICAEECC). doi: <https://doi.org/10.1109/icaecc.2018.8479427>
- Boynton, A. C., Victor, B., Pine II, B. J. (1993). New competitive strategies: Challenges to organizations and information technology. *IBM Systems Journal*, 32 (1), 40–64. doi: <https://doi.org/10.1147/sj.321.0040>
- Hussein, T. D. H., Frikha, M., Ahmed, S., Rahebi, J. (2022). Ambulance Vehicle Routing in Smart Cities Using Artificial Neural Network. 2022 6th International Conference on Advanced Technologies for Signal and Image Processing (ATSIP). doi: <https://doi.org/10.1109/atsip55956.2022.9805857>
- Deshmukh, S., Vanjale, S. B. (2018). IOT Based Traffic Signal Control for Reducing Time Delay of an Emergency Vehicle Using GPS. 2018 Fourth International Conference on Computing Communication Control and Automation (ICCUBEA). doi: <https://doi.org/10.1109/iccubea.2018.8697555>
- Djahel, S., Smith, N., Wang, S., Murphy, J. (2015). Reducing emergency services response time in smart cities: An advanced adaptive and fuzzy approach. 2015 IEEE First International Smart Cities Conference (ISC2). doi: <https://doi.org/10.1109/isc2.2015.7366151>
- Constantinescu, V., Patrascu, M. (2017). Route encoding in evolutionary control systems for emergency vehicles. 2017 15th International Conference on ITS Telecommunications (ITST). doi: <https://doi.org/10.1109/itst.2017.7972216>
- Chen, M. (2014). Improved genetic algorithm for emergency logistics distribution vehicle routing problems. *Proceedings 2014 IEEE International Conference on Security, Pattern Analysis, and Cybernetics (SPAC)*. doi: <https://doi.org/10.1109/spac.2014.6982721>
- El Fallahi, A., Sefrioui, I. (2019). A linear programming model and memetic algorithm for the Emergency Vehicle Routing. 2019 4th World Conference on Complex Systems (WCCS). doi: <https://doi.org/10.1109/icocs.2019.8930750>
- Mouhcine, E., Karouani, Y., Mansouri, K., Mohamed, Y. (2018). Toward a distributed strategy for emergency ambulance routing problem. 2018 4th International Conference on Optimization and Applications (ICOA). doi: <https://doi.org/10.1109/icoa.2018.8370582>
- Rathore, N., Jain, P. K., Parida, M. (2018). A routing model for emergency vehicles using the real time traffic data. 2018 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI). doi: <https://doi.org/10.1109/soli.2018.8476771>
- Tlili, T., Harzi, M., Krichen, S. (2017). Swarm-based approach for solving the ambulance routing problem. *Procedia Computer Science*, 112, 350–357. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.08.012>
- Tavakkoli-Moghaddam, R., Memari, P., Talebi, E. (2018). A bi-objective location-allocation problem of temporary emergency stations and ambulance routing in a disaster situation. 2018 4th International Conference on Optimization and Applications (ICOA). doi: <https://doi.org/10.1109/icoa.2018.8370579>

25. Kamireddy, C. R., Bingsateesh, Keshavamurthy, B. N. (2016). Efficient routing of 108 ambulances using clustering techniques. 2016 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research (ICIC). doi: <https://doi.org/10.1109/icic.2016.7919560>
26. Sharma, A., Kumar, R. (2017). An optimal routing scheme for critical healthcare HTH services – an IOT perspective. 2017 Fourth International Conference on Image Information Processing (ICIIP). doi: <https://doi.org/10.1109/iciip.2017.8313784>
27. Madisa, M. K., Joseph, M. K. (2018). Android and Cloud Based Traffic Control System. 2018 International Conference on Advances in Big Data, Computing and Data Communication Systems (IcABCD). doi: <https://doi.org/10.1109/icabcd.2018.8465443>
28. Heidari, A. A., Mirjalili, S., Faris, H., Aljarah, I., Mafarja, M., Chen, H. (2019). Harris hawks optimization: Algorithm and applications. *Future Generation Computer Systems*, 97, 849–872. doi: <https://doi.org/10.1016/j.future.2019.02.028>
29. Tripathi, K. N., Sharma, S. C. (2019). A trust based model (TBM) to detect rogue nodes in vehicular ad-hoc networks (VANETS). *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 11 (2), 426–440. doi: <https://doi.org/10.1007/s13198-019-00871-0>
30. Mirsadeghi, F., Rafsanjani, M. K., Gupta, B. B. (2020). A trust infrastructure based authentication method for clustered vehicular ad-hoc networks. *Peer-to-Peer Networking and Applications*, 14 (4), 2537–2553. doi: <https://doi.org/10.1007/s12083-020-01010-4>
31. Kumar, A., Varadarajan, V., Kumar, A., Dadheech, P., Choudhary, S. S., Kumar, V. D. A. et al. (2021). Black hole attack detection in vehicular ad-hoc network using secure AODV routing algorithm. *Microprocessors and Microsystems*, 80, 103352. doi: <https://doi.org/10.1016/j.micpro.2020.103352>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.277618
DEVELOPMENT OF A MULTILINGUAL INTELLIGENT PROJECT PLANNING AND MONITORING SYSTEM (p. 82–94)

Iurii Teslia

Baosteel Engineering Technology Group Co., Ltd., Shanghai, China
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5185-6947>

Nataliia Yehorchenkova

Slovak University of Technology in Bratislava, Bratislava, Slovakia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5970-0958>

Oleksii Yehorchenkov

Slovak University of Technology in Bratislava, Bratislava, Slovakia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1390-5311>

Iulia Khlevna

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1874-1961>

Yevheniia Kataieva

Slovak University of Technology in Bratislava, Bratislava, Slovakia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9668-4739>

Ganna Klievanna

Cherkasy State Technological University, Cherkasy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7450-379X>

Andrii Khlevnyi

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8942-6670>

Tatiana Latysheva

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6349-5715>

Ivan Ivanov

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4044-5105>

Anton Sazonov

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7930-9283>

The object of research of this work is the processes of project planning and monitoring. The solved problem is the development of a model, method and structures of a multilingual intelligent project planning and monitoring system and its experimental verification of the ability to understand the statements of managers in different languages.

The requirements for such a system are formulated. An analysis of the existing theoretical and practical developments in this area was carried out. It was established that there are no developments in the field of project management that can adapt to new natural languages. It was found that the formulated requirements can be satisfied within the framework of the reflexive approach. It is characterized by simplicity, continuity, and insensitivity to errors in natural language statements. To confirm these assumptions, an experimental multilingual project planning and monitoring system and experimental research methodology were developed.

The results of the experiments obtained during the use of the created experimental system testify to the correct identification of the content of appeals to the intellectual system in 6 languages with a probability higher than 0.99, and to recognize the structure of statements with a probability higher than 0.98. And the time for configuring the system to work with a new language did not exceed 1 hour. This allows to use it for practical work in distributed management systems for remote interaction of managers and specialists with the system in different languages.

The conducted experiments confirmed the assumption about the effectiveness of the reflexive approach for creating project management systems.

The developed model, method, structures, and system can be used for different types of projects, such as regional development projects, IT, etc.

Keywords: project planning, project monitoring, multilingual systems, reflexive method, information interaction.

References

1. Wagner, D. N. (2016). Breakin'the Project Wave: Understanding and avoiding failure in project management. *PM World Journal*, 1 (1), 1–21. Available at: https://www.researchgate.net/publication/320840114_Breakin%27_the_Project_Wave_Understanding_and_avoiding_failure_in_project_management
2. Magd, H., Jonathan, H., Khan, S. A., El Geddawy, M. (2022). Artificial Intelligence – The Driving Force of Industry 4.0. A Roadmap for Enabling Industry 4.0 by Artificial Intelligence. doi: <https://doi.org/10.1002/9781119905141.ch1>
3. Teixeira, L., Xambre, A. R., Figueiredo, J., Alvelos, H. (2016). Analysis and Design of a Project Management Information System: Practical Case in a Consulting Company. *Procedia Computer Science*, 100, 171–178. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.137>
4. Chornous, G. O., Gura, V. L. (2020). Integration of Information Systems for Predictive Workforce Analytics: Models, Synergy, Security of Entrepreneurship. *European Journal of Sustainable Development*, 9 (1), 83. doi: <https://doi.org/10.14207/ejsd.2020.v9n1p83>
5. Aleinikova, O. V., Dubinina, O. V., Kovtun, O. A., Berezna, H. V., Ivkin, V. M., Vinichenko, A. A., Shmahun, A. V. et al.; Kartashov, Ye., Dubinina, O. (Ed.) (2021). *Ekonomichni, sotsialni ta informatsiini mekhanizmy formuvannya ta vdoskonalennia systemy upravlinnia proektamy*. Kyiv: DZVO «Universytet menedzhmentu osvity», 396.
6. Alto, P. (2017). Infosys Launches Infosys Nia™ – The Next Generation Integrated Artificial Intelligence Platform. Infosys. Available at:

- <https://www.infosys.com/newsroom/press-releases/2017/nia-artificial-intelligence-enterprise.html>
7. Aston, B. (2023). 15 best project management software you need in 2023. Digital Project Manager. Available at: <https://thedigitalprojectmanager.com/tools/best-project-management-software/>
 8. Kostalova, J., Tetreanova, L., Svedik, J. (2015). Support of Project Management Methods by Project Management Information System. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 210, 96–104. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.333>
 9. Yegorchenkov, O., Yegorchenkova, N. (2016). Product-resource planning system. 2016 IEEE First International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP). Lviv, 29–33. doi: <https://doi.org/10.1109/dsmp.2016.7583501>
 10. Oliveira, J., Tereso, A., Machado, R. J.; Rocha, Á., Correia, A., Tan, E., Stroetmann, K. (Eds.) (2014). An Application to Select Collaborative Project Management Software Tools. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Vol. 275. Cham: Springer, 467–476. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-05951-8_44
 11. Richards, R., Stottler, R. (2019). Complex Project Scheduling Lessons Learned from NASA, Boeing, General Dynamics and Others. 2019 IEEE Aerospace Conference. Big Sky, 1–9. doi: <https://doi.org/10.1109/aero.2019.8741996>
 12. Partanen, J. (2016). Liquid planning, wiki-design – Learning from the Case Pispala. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 43 (6), 997–1018. doi: <https://doi.org/10.1177/0265813516647965>
 13. Braglia, M., Frosolini, M. (2014). An integrated approach to implement Project Management Information Systems within the Extended Enterprise. *International Journal of Project Management*, 32 (1), 18–29. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.12.003>
 14. Baharom, M. A. A., Rahman, M. S. A., Sabudin, A. R., Nor, M. F. M.; Ahmad, F., Al-Kayiem, H. H., King Soon, W. P. (Eds.) (2023). Decision Support Tools: Machine Learning Application in Smart Planner. *ICPER 2020. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Singapore: Springer, 753–760. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-19-1939-8_58
 15. Chang, C. K., Christensen, M. J., Zhang, T. (2001). Genetic Algorithms for Project Management. *Annals of Software Engineering*, 11 (1), 107–139. doi: <https://doi.org/10.1023/a:1012543203763>
 16. Kaiafa, S., Chassiakos, A. P. (2015). A Genetic Algorithm for Optimal Resource-driven Project Scheduling. *Procedia Engineering*, 123, 260–267. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.10.087>
 17. Alberto Araúzo, J., Pajares, J., Lopez Paredes, A., Pavón, J. (2009). Agent-based modeling and simulation of multiproject scheduling. *Proceedings of the Second Multi-Agent Logics, Languages, and Organisations Federated Workshops*. Turin. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-494/masspaper8.pdf>
 18. Apanaviciene, R., Juodis, A. (2007). Modelling of Construction Project Management Effectiveness by Applying Neural Networks. Available at: <https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB1853.pdf>
 19. Hu, Y., Huang, J., Chen, J., Liu, M., Xie, K. (2007). Software Project Risk Management Modeling with Neural Network and Support Vector Machine Approaches. *Third International Conference on Natural Computation (ICNC 2007)*. doi: <https://doi.org/10.1109/icnc.2007.672>
 20. Pellerin, R., Perrier, N. (2018). A review of methods, techniques and tools for project planning and control. *International Journal of Production Research*, 57 (7), 2160–2178. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1524168>
 21. Raju, R. S., Bhattacharjee, P., Ahmad, A., Rahman, M. S. (2019). A Bangla Text-to-Speech System using Deep Neural Networks. 2019 International Conference on Bangla Speech and Language Processing (ICBSLP). Sylhet, 1–5. doi: <https://doi.org/10.1109/icbslp47725.2019.202055>
 22. Teslia, I., Yegorchenkov, O., Khlevna, I., Yegorchenkova, N., Kataeva, Y., Khlevny, A., Klevanna, G. (2022). Development of the concept of intelligent add-on over project planning instruments. *Participants of the ITEST*, 47.
 23. Teslia, I., Yegorchenkova, N., Yegorchenkov, O., Khlevna, I., Kataeva, 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>
 24. Teslia, I., Yegorchenkova, N., Khlevna, I., Yegorchenkov, O., Kataeva, Y., Klevanna, G. (2022). Development of Reflex Technology of Action Identification in Project Planning Systems. 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST). Nur-Sultan, 1–6. doi: <https://doi.org/10.1109/sist54437.2022.9945727>
 25. Google Translate. Available at: <https://translate.google.com/?hl=uk&sl=ru&tl=sk&op=docs>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.276253

DEVELOPMENT OF A MODEL OF INFORMATION PROCESS MANAGEMENT IN THE INFORMATION AND EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF PRESCHOOL EDUCATION ORGANIZATIONS (p. 95–105)

Aliya Aitymova

Manash Kozybayev North Kazakhstan University,
Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1128-6924>

Kainizhamal Iklassova

Manash Kozybayev North Kazakhstan University,
Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8330-4282>

Gulmira Abildinova

L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Astana, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9054-6549>

Anna Shaporeva

Manash Kozybayev North Kazakhstan University,
Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6211-5634>

Oxana Kopnova

Manash Kozybayev North Kazakhstan University,
Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6299-3728>

Agibay Kushumbayev

Municipal State-Owned Enterprise «Higher Construction and Economic College», Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7591-3555>

Svetlana Smolyaninova

Manash Kozybayev North Kazakhstan University,
Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8098-4315>

Zhanat Aitymov

Municipal State-Owned Enterprise «Higher Construction and Economic College», Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0451-0644>

Anara Karymsakova

L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Astana, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8982-1662>

One of the important elements of the information infrastructure of educational institutions is the information and educational environment. The information and educational environment of preschool

education organizations has its own characteristics, which must be taken into account when building a model for managing information processes.

The object of study in this work is the information and educational environment for preschool education organizations. The problem to be solved is the need to develop a model for managing data and information processes, which will allow determining the learning outcomes of preschoolers and adjusting individual work with them.

The introduction of the developed model allowed to reduce the time spent on adjusting individual work with students by 30 %. These results are explained by the optimization of information processes, as well as improved monitoring of the formation of skills of preschoolers and a reduction in the time for its implementation. When monitoring for each child, 211 indicators are examined. There are 633 indicators per year for three monitoring, in aggregate, per one child. By default, the data is entered into Microsoft Excel and processed manually. However, a large number of entries slows down the processing of Microsoft Excel data and increases the chance of errors. The use of this model will make it possible to carry out calculations automatically, save data and generate reports for each child or group of children.

The developed model can be used in information and educational environments for preschool education organizations in order to improve the efficiency of monitoring and managing educational processes.

Keywords: preschool education, monitoring, information and educational environment, data management, model for assessing the formation of skills, model for assessing progress, correction of skills.

References

1. Metodicheskie rekomendatsii dlya provedeniya monitoringa po usvoeniyu soderzhaniya tipovoy uchebnoy programmy doshkol'nogo vospitaniya i obucheniya (2023). Astana, 68. Available at: <http://baldauren.aqmoedu.kz/content/mektepke-deyng-trbie-men-oytudy-iglk-ou-badarlamasy-mazmnyn-megeru-boy>
2. Finogeev, A., Gamidullaeva, L., Bershadsky, A., Fionova, L., Deev, M., Finogeev, A. (2019). Convergent approach to synthesis of the information learning environment for higher education. *Education and Information Technologies*, 25 (1), 11–30. doi: <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09903-5>
3. Kolyeva, N., Kopnova, O., Shaporeva, A. (2021). Adaptation Information and analytical system adaptation in the contour of the corporate system of the university. *E3S Web of Conferences*, 270, 01037. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127001037>
4. Kopnova, O., Shaporeva, A., Iklassova, K., Kushumbayev, A., Tadzhigitov, A., Aitymova, A. (2022). Building an information analysis system within a corporate information system for combining and structuring organization data (on the example of a university). *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (2 (120)), 20–29. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.267893>
5. Astapenko, N., Koshekov, K., Ponomarev, G., Seidakhmetov, B., Fedorov, I., Zuev, D. (2021). Devising an automated method to form the content of educational specialization disciplines of maximum utility for implementation in the professional field. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (4 (112)), 64–73. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.238874>
6. Lazarev, S. A., Rubtsov, K. A. (2021). About Development of a Secure Virtual Environment Model for the Administration of Information Exchange in the Scientific and Educational organizations. 2021 IEEE 15th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT). doi: <https://doi.org/10.1109/aict52784.2021.9620450>
7. Shaporeva, A., Kopnova, O., Shmigirilova, I., Kukharenko, Y., Aitymova, A. (2022). Development of comprehensive decision support tools in distance learning quality management processes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (3 (118)), 43–50. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263285>
8. Mokhtari, Y., Serrari, O., Abra, O. E., Qbadou, M. (2021). Towards an Intelligent Diagnostic Support System Based on a Multi-Agent System for the Analysis and Management of an Educational Institution. 2021 4th International Conference on Advanced Communication Technologies and Networking (CommNet). doi: <https://doi.org/10.1109/commnet52204.2021.9641945>
9. Morze, N., Varchenko-Trotsenko, L., Boiko, M., Smyrnova-Trybulska, E. (2021). Educational and Informational Electronic Environment Organization for Applicants of the Professional MA Program, «Management of E-learning in the Intercultural Space». *E-Learning*, 278–293. doi: <https://doi.org/10.34916/el.2021.13.23>
10. Aitymova, A., Shaporeva, A., Kopnova, O., Kushumbayev, A., Aitymov, Z. (2022). Development and modeling of combined components of the information environment. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (2 (116)), 51–60. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.255084>
11. Fedkin, E., Kumargazhanova, S., Smailova, S., Denissova, N., Györök, G. (2022). Considering the Functioning of an e-learning System, Based on a Model for Assessing the Performance and Reliability of the System. *Acta Polytechnica Hungarica*, 19 (2), 93–112. doi: <https://doi.org/10.12700/aph.19.2.2022.2.6>
12. Kosenchuk, O. H., Bakhmat, N. V. (2019). Model of information and communication maintenance of preschool education quality management. *Information Technologies and Learning Tools*, 69 (1), 246. doi: <https://doi.org/10.33407/itlt.v69i1.2610>
13. Jose, A. R.-S., Claudia, I. M.-A., Alonso-Lavernia, M. A. (2016). Modeling of the workflows oriented a collaborative portals in education. 2016 11th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). doi: <https://doi.org/10.1109/cisti.2016.7521421>
14. Buinytska, O. P. (2019). Structural-functional model of the university information and educational environment. *Information Technologies and Learning Tools*, 69 (1), 268. doi: <https://doi.org/10.33407/itlt.v69i1.2313>
15. Przemyslaw, R., Magdalena, C. (2009). Model of a Collaboration Environment for Knowledge Management in Competence-Based Learning. *Lecture Notes in Computer Science*, 333–344. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-642-04441-0_29
16. Yablochnikov, S., Kuptsov, M., Yablochnikova, I. (2017). Process Management In Education Under Conditions Of Implementation Of The Fourth Industrial Revolution. *IDIMT-2017 – Digitalization in management, society and economy*, 46, 419–426. Available at: https://idimt.org/wp-content/uploads/proceedings/IDIMT_proceedings_2017.pdf
17. Hasan, R., Palaniappan, S., Mahmood, S., Abbas, A., Sarker, K. U. (2021). Dataset of Students' Performance Using Student Information System, Moodle and the Mobile Application «eDify». *Data*, 6 (11), 110. doi: <https://doi.org/10.3390/data6110110>
18. Zabolotniaia, M., Cheng, Z., Dorozhkin, E., Lyzhin, A. (2020). Use of the LMS Moodle for an Effective Implementation of an Innovative Policy in Higher Educational Institutions. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 15 (13), 172. doi: <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i13.14945>
19. Bushuyev, S. D., Bushuyeva, N. S., Bushuiiev, D. A., Kozyr, B. Yu. (2022). Development of educational programs on the basis of their digital footprint. *Information Technologies and Learning Tools*, 87 (1), 18–32. doi: <https://doi.org/10.33407/itlt.v87i1.4832>
20. Logachev, M. S., Laamarti, Y. A., Rudneva, S. E., Ekimov, A. I., Zemlyakov, D. N., Barkov, A. (2022). Information System for Monitoring and Management of the Quality of Educational Programs: Development of Functioning Algorithms. *International Journal of Instruction*, 15 (3), 429–450. doi: <https://doi.org/10.29333/iji.2022.15324a>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.277997
DEVELOPING A RISK MANAGEMENT APPROACH
BASED ON REINFORCEMENT TRAINING
IN THE FORMATION OF AN INVESTMENT
PORTFOLIO (p. 106–116)

Vitalii Martovytskyi

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2349-0578>

Volodymyr Argunov

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2505-1969>

Igor Ruban

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4738-3286>

Yuri Romanenkov

National Aerospace University
 «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6544-5348>

Investments play a significant role in the functioning and development of the economy. Risk management is an integral part of the formation of the investment portfolio. This means that an investor must be willing to take on a certain level of risk in order to receive a certain level of return. However, when forming an investment portfolio, an investor faces such problems as market unpredictability, asset correlation, incorrect asset allocation. Therefore, when forming an investment portfolio, an investor should carefully study all possible risks and try to minimize them. The object of research is an approach to risk management in the formation of an investment portfolio using the method of reinforcement training. The basic principles of formation of the investment portfolio and determination of risks are described. The application of the method of reinforcement training for building a model of risk management of investment portfolio is considered. The process of selecting optimal investment assets based on alternative data sources that minimize risks and maximize profits is also considered. A functional model of the process of risk optimization in the formation of an investment portfolio based on machine learning methods has been developed. The functional model constructed makes it possible to build a process of risk optimization, including asset selection, risk comparison and assessment, to form an investment portfolio and monitor its risks. The study results showed that the proposed approach to the formation of the investment portfolio increased the total growth of the investment portfolio by 0.4363 compared to the base model. Also, the volatility indicator improved compared to the market, as evidenced by the percentage difference between the initial and final cash amount, which increased from 128.98 to 295.57.

Keywords: investment portfolio, risk management, machine learning, actor-critic, learning without a trainer.

References

- Kaftia, M. A. (2019). The Formation of Modern Portfolio Theories: the Main Problems and Tendencies of Development. *Business Inform*, 2 (493), 414–419. doi: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2019-2-414-419>
- Romanenkov, Y., Vartanian, V. (2016). Formation of prognostic software support for strategic decision-making in an organization. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (9 (80)), 25–34. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.66306>
- Zadoia, A. O. (2019). Portfolio investments in Ukraine: chance or challenges? *Academic Review*, 2, 81–92. doi: <https://doi.org/10.32342/2074-5354-2019-2-51-8>
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7 (1), 77–91. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x>
- Roy, A. D. (1952). Safety First and the Holding of Assets. *Econometrica*, 20 (3), 431. doi: <https://doi.org/10.2307/1907413>
- Sullivan, E. J. (2011). A.D. Roy: The Forgotten Father of Portfolio Theory. *Research in the History of Economic Thought and Methodology*, 73–82. doi: [https://doi.org/10.1108/s0743-4154\(2011\)000029a008](https://doi.org/10.1108/s0743-4154(2011)000029a008)
- Jagannathan, R., Ma, T. (2003). Risk Reduction in Large Portfolios: Why Imposing the Wrong Constraints Helps. *The Journal of Finance*, 58 (4), 1651–1683. doi: <https://doi.org/10.1111/1540-6261.00580>
- Ratushna, Yu. S. (2019). Foreign financial investment development factors. *Naukovi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Seriya: Mizhnarodni ekonomichni vidnosyny ta svitove hospodarstvo*, 24 (3), 59–66. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumevcg_2019_24%283%29__13
- Lopez, J. A. (1999). Methods for evaluating value-at-risk estimates. *Economic Review*, Federal Reserve Bank of San Francisco.
- Sunchalin, A. M. et al. (2019). Methods of risk management in portfolio theory. Available at: <https://www.revistaespacios.com/a19v40n16/a19v40n16p25.pdf>
- Ye, Y., Pei, H., Wang, B., Chen, P.-Y., Zhu, Y., Xiao, J., Li, B. (2020). Reinforcement-Learning Based Portfolio Management with Augmented Asset Movement Prediction States. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 34 (01), 1112–1119. doi: <https://doi.org/10.1609/aaai.v34i01.5462>
- Reinders, H. J., Schoenmaker, D., van Dijk, M. (2023). A finance approach to climate stress testing. *Journal of International Money and Finance*, 131, 102797. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2022.102797>
- Emamat, M. S. M. M., Mota, C. M. de M., Mehregan, M. R., Sadeghi Moghadam, M. R., Nemery, P. (2022). Using ELECTRE-TRI and FlowSort methods in a stock portfolio selection context. *Financial Innovation*, 8 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s40854-021-00318-1>
- Lukina, N. P., Nurgaleeva, L. V. (2005). Valuegical and ideological status of a network community in information social space: statement of a problem. *Gumanitarnaya informatika*.
- Romanenkov, Y., Danova, M., Kashcheyeva, V., Bugaienko, O., Volk, M., Karminska-Bielobrova, M., Lobach, O. (2018). Complexification methods of interval forecast estimates in the problems on short-term prediction. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (3 (93)), 50–58. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.131939>
- Model velykykh danykh ta mashynnoho navchannia. Available at: <https://business.dia.gov.ua/en/handbook/impact-investment/model-velikih-danih-ta-masinnogo-navcanna>
- Marbach, P., Tsitsiklis, J. N. (2001). Simulation-based optimization of Markov reward processes. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 46 (2), 191–209. doi: <https://doi.org/10.1109/9.905687>
- Raskin, L., Sukhomlyn, L., Sagaidachny, D., Korsun, R. (2021). Analysis of multi-threaded markov systems. *Advanced Information Systems*, 5 (4), 70–78. doi: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2021.4.11>
- Raskin, L., Sira, O., Sukhomlyn, L., Parfeniuk, Y. (2021). Universal method for solving optimization problems under the conditions of uncertainty in the initial data. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (4 (109)), 46–53. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225515>
- Raskin, L., Sira, O. (2016). Method of solving fuzzy problems of mathematical programming. *Eastern-European Journal of Enterprise*

- Technologies, 5 (4 (83)), 23–28. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.81292>
21. Alibekov, E., Kubalik, J., Babuska, R. (2018). Policy derivation methods for critic-only reinforcement learning in continuous spaces. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 69, 178–187. doi: <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2017.12.004>
 22. Semenov, S., Weilin, C., Zhang, L., Bulba, S. (2021). Automated penetration testing method using deep machine learning technology. *Advanced Information Systems*, 5 (3), 119–127. doi: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2021.3.16>
 23. Zheng, L., Fiez, T., Alumbaugh, Z., Chasnov, B., Ratliff, L. J. (2022). Stackelberg Actor-Critic: Game-Theoretic Reinforcement Learning Algorithms. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 36 (8), 9217–9224. doi: <https://doi.org/10.1609/aaai.v36i8.20908>
 24. Mnih, V. et al. (2016). Asynchronous methods for deep reinforcement learning. *International conference on machine learning*. doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1602.01783>
 25. Grondman, I., Busoniu, L., Lopes, G. A. D., Babuska, R. (2012). A Survey of Actor-Critic Reinforcement Learning: Standard and Natural Policy Gradients. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 42 (6), 1291–1307. doi: <https://doi.org/10.1109/tsmcc.2012.2218595>
 26. A faster, simpler approach to parallel Python. Available at: <https://www.ray.io/ray-core>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.276171

УДОСКОНАЛЕННЯ НАУКОВО-МЕТОДИЧНОГО АПАРАТУ ВИЗНАЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОГО ВИДУ РЕЗЕРВУВАННЯ РОЗВІДУВАЛЬНО-ВОГНЕВОЇ СИСТЕМИ (с. 6–16)**О. В. Майстренко, С. В. Стеців, А. С. Савельєв, В. В. Петушков, О. С. Корнієнко, О. М. Печорін, С. І. Стегура, О. М. Радівілов, С. М. Починюк**

Об'єктом дослідження є процес вибору доцільних видів резервування розвідувально-вогневих систем в умовах виконання бойового завдання.

Проблемою, що вирішувалась, є непристосованість існуючого науково-методичного апарату до обґрунтування доцільного виду резервування для розвідувально-вогневих систем у конкретних умовах виконання бойового завдання.

Проаналізовано можливі види резервування розвідувально-вогневих систем. За результатами аналізу встановлено доцільні види резервування, зокрема навантажене, ненавантажене, мажоритарне ковазюче, розподілене, по підсистемам та загальне резервування.

Особливістю цього аналізу є те, що він проведений з урахуванням особливостей функціонування розвідувально-вогневих систем. Значене дозволяє усунути існуючу проблему пов'язану із складністю застосування розвідувально-вогневих систем в бойовій обстановці.

Сфера практичного використання результатів запропонованого аналізу є процеси управління, пов'язані зі створенням, компонентуванням та застосуванням розвідувально-вогневих систем в органах військового управління.

Розроблено методику визначення доцільного виду резервування розвідувально-вогневих систем.

Особливістю запропонованої методики є вибір такого виду резервування, який дозволяє економити ресурс елементів при умові виконання завдання. Запропонована методика забезпечує зростання стійкості функціонування розвідувально-вогневих систем в середньому на 20 % для прийнятих, в межах прикладу, умов. Запропонована методика закриває проблемну частину, яка стосується порядку дій та правил вибору доцільного виду резервування.

Сфера та умови практичного використання запропонованої методики є процеси управління пов'язані з плануванням та визначенням прогнозованої ефективності бойових дій органами військового управління.

Ключові слова: вид резервування, розвідувально-вогнева система, стійкість функціонування, бойове завдання, схема надійності.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.277256

РОЗРОБКА РИЗИК-ОРІЄНТОВАНОГО КОНТРОЛЮ ПІДВОДНИХ ТРУБОПРОВІДІВ ТОВАРНОГО ГАЗУ З ТЕРМІНОМ ЕКСПЛУАТАЦІЇ 28 РОКІВ ДЛЯ ЗАДОВОЛЕННЯ ПОПИТУ НА ЕНЕРГІЮ (с. 17–27)**Johny Wahyuadi Soedarsono, Arie Wijaya, Taufik Adityawarman, Agus Paul Setiawan Kaban, Rini Riastuti, Rizal Tresna Ramdhani, Ayende**

У нафтогазовій промисловості підтримання цілісності виробничого обладнання має найважливіше значення для забезпечення стійкості галузі. Недотримання цілісності виробничого обладнання може призвести до фінансових втрат для бізнесу. Управління виробничим обладнанням із терміном служби, що закінчується, супроводжується збільшенням витрат на контроль, технічне обслуговування та ремонт (IMR). В результаті важливе значення має стратегія підвищення ефективності IMR. Останні методи управління IMR включають прогностичний ризик-орієнтований контроль (RBI), який є більш ефективним, ніж контроль за часом (TBI). Метою дослідження є оцінка підводного трубопроводу товарного газу з терміном експлуатації 28 років з використанням стандартної кількісної методології API 581 за допомогою оперативного контролю (ILI). Зокрема, дослідження присвячено вимірюванню ймовірності та наслідків відмови трубопроводів, що перевіряються. Інтервал контролю визначається виходячи з мінімально допустимої товщини. Розрахунок ризику показує, що 12 ділянок трубопроводу знаходяться на середньому рівні ризику (3 ділянки, 1D і 1E, а також 2C). Решта дев'ять ділянок схильні до меншого ризику (1C). Виходячи з результату, ділянка 9 приймається за найбільше значення PoF 1.04 E-4 відмов на рік через високі значення виснаження внаслідок більш високого значення CoF в місці витoku. Розрахунок інтервалу контролю показує, що майбутній контроль повинен відбутися через 20 років після попередньої оцінки. Інший метод, що використовує умовний коефіцієнт ремонту (ERF) для визначення граничної товщини, дає аналогічні результати. Однак оцінка з використанням ASME B31.8S дає інші результати інтервалу в 10 років при використанні того ж методу ILI. Дана робота може бути використана в якості стандартного керівництва для оцінки ризиків для трубопроводів з терміном експлуатації більше десяти років.

Ключові слова: ризик-орієнтований контроль, трубопровід товарного газу, ILI, ризик відмови.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.277492

СТВОРЕННЯ ВІЗУАЛЬНОЇ МОДЕЛІ РУХУ ЛЮДЕЙ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ПІД ЧАС ЇХ ЕВАКУАЦІЇ З ОБ'ЄКТІВ СПОРТИВНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ (с. 28–41)**А. І. Івануса, В. М. Марич, Д. С. Кобилкін, С. О. Ємельяненко**

За допомогою використання імовірнісного методу та оптимізаційного синтезу гнучких технологічних ліній розроблено топологічні моделі безпеко-орієнтованого управління потоками людей та часом їх евакуації на прикладі стадіону «Арена Львів». Вони необхідні для того, щоб провести розрахунок часу евакуації людей у безпечну зону. При виході людей із секторів стадіону на променаду їх потік суттєво видозмінюється. Тому розрахунок часу евакуації людей вимагає застосування різних методик в залежності від виду людського потоку для отримання більш точних результатів. Таких випадків на одному евакуаційному маршруті може бути декілька і значно більше при евакуації людей із всіх секторів та приміщень адміністративної будівлі стадіону загалом. Таким чином, багато часу затрачається на вибір правильної методики та вихідних даних для розрахунку, якщо використовувати існуючі класичні

вербальні моделі, що є їх недоліком. Вербальні моделі мають великий об'єм, їх потрібно неодноразово перерахувати з метою визначення числових значень факторів, що здійснюють вплив на потік людей, а топологічні моделі є значно компактнішими. Топологічні моделі дають змогу візуально представити більш повну інформацію про евакуаційний процес, а це дозволяє швидко обрати вихідні дані для проведення розрахунку часу евакуації людей на наступній евакуаційній ділянці.

Проведено розрахунок часу евакуації людей із стадіону «Арена Львів» та встановлено невідповідність евакуаційної системи прийнятним нормам. Зокрема, час евакуації людей із споруди перевищував вісім хвилин. Використовуючи метод критичного шляху, визначено «вузькі» місця евакуаційної системи стадіону та проведено перерозподіл людських потоків, що дозволило зменшити загальний час евакуації до прийнятних показників.

Ключові слова: евакуація людей, об'єкт спортивної інфраструктури, забезпечення безпеки людей, безпеко-орієнтоване управління, топологічні моделі.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.277253

ФОРМУВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ ЗБАЛАНСОВАНОГО РОЗВИТКУ ПРОЄКТУ ЕКОЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ (с. 42–53)

С. В. Руденко, Т. А. Ковтун, В. Ю. Смирковська

Відповідність сучасним вимогам досягнення цілей сталого розвитку потребує трансформаційних змін у принципах ведення бізнесу, зокрема організації логістичної діяльності. Еколого-орієнтоване управління перетворює логістичну систему на екологістичну, що дозволяє досягти цілей логістики з мінімальним екодеструктивним впливом на довкілля та вирішити проблему захисту навколишнього середовища.

Об'єктом дослідження є механізм формування траєкторії розвитку проєкту екологістичної системи, що дозволяє врахувати особливості його життєвого циклу та забезпечити збалансований розвиток.

Проєкт екологістичної системи розглядається як складна, відкрита, динамічна, стаціонарна система, що підтримує гомеостаз стаціонарних станів завдяки внутрішньому та зовнішньому метаболізму. Протягом життєвого циклу проєкт екологістичної системи розвивається, переходячи з одного стаціонарного стану в інший, кожному з яких відповідають певні значення вхідних та вихідних ресурсів. Таке бачення дозволяє визначити оптимальне співвідношення ресурсів у ресурсному балансі, що забезпечує гомеостаз системи та мінімізує екодеструктивний вплив на довкілля. Розроблено модель гомеостазу стаціонарного стану проєкту та модель збалансованого розвитку проєкту екологістичної системи, використання яких дозволяє створити траєкторію, що забезпечує максимальне значення еколого-економічної цінності проєкту. Представлено експериментальні розрахунки, що підтверджують доцільність використання запропонованого механізму та показують збільшення еколого-економічної цінності проєкту в результаті його розвитку відповідно до сформованої траєкторії. Запропонований механізм доцільно застосовувати при плануванні розвитку проєктів логістичних систем задля досягнення балансу економічних та екологічних цілей проєкту.

Ключові слова: екологістика, екологістична система, циркулярна економіка, збалансований розвиток, проєкт екологістичної системи.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.275836

РОЗРОБКА МОДЕЛІ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ ТОВАРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЗГІДНО ПРІОРИТЕТУ (с. 54–63)

Б. П. Книш, Я. А. Кулик

Розглянуто процес організації доставки товарів, який обрано як об'єкт дослідження. Встановлено, що основні проблеми, які з'являються при цьому, можуть бути спричинені, наприклад, недосконалістю інфраструктури та транспорту для доставки. Частково це можна вирішити за рахунок використання безпілотних літальних апаратів для доставки товарів, а також за рахунок розв'язання задач ефективного управління їх рухом. Проте виникає інша проблема, пов'язана з недостатньою ефективністю існуючих математичних моделей систем доставки товарів за допомогою безпілотних літальних апаратів, оскільки не забезпечується максимально можлива швидкість доставки. Тому виникає потреба в пошуку більш кращого рішення цієї проблеми.

Розроблено модель системи доставки товарів за допомогою безпілотних літальних апаратів згідно пріоритету. Отримана модель враховує інтенсивності запитів та забезпечує менший час очікування в черзі, а, отже, більшу швидкість доставки.

Досліджено моделі одноканальних та багатоканальних систем доставки товарів з відмовами та очікуванням згідно імовірності. Встановлено, що розроблена система доставки товарів в середньому за одиницю часу є менш завантаженою та дозволяє обслуговувати більше замовлень, а вхідні замовлення менше часу перебувають у черзі. Також досліджено ці ж моделі згідно часу очікування в черзі. Встановлено, що розроблена система доставки товарів забезпечує менший час очікування в черзі. При цьому відхилення між теоретичними та експериментальними значеннями імовірностей та часу очікування складає 2 % та 3 %, відповідно, що дозволяє стверджувати про високу точність отриманих результатів та розробленої моделі в цілому.

Отримані результати можуть бути використані на практиці за умов відсутності розгалуженої мережі логістики та збуту і віддаленості отримувачів.

Ключові слова: розподіл часу, пріоритет доставки, система доставки товарів, безпілотний літальний апарат.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.277583

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ З ДИНАМІЧНИМ ОНОВЛЕННЯМ МАРШРУТУ В РОЗУМНІЙ ЛОГІСТИЦІ (с. 64–73)

В. Д. Данчук, Antonio Comi, Christian Weiß, В. В. Сватко

Об'єктом дослідження є процеси управління транспортною логістикою під впливом нестаціонарних чинників різної природи на функціонування вулично-дорожніх мереж (ВДМ) міст. Вирішується проблема динамічної маршрутизації при великій і змінній

завантаженості ділянок ВДМ за рахунок управління процесами доставки вантажів в реальному режимі часу в рамках реалізації концепції Smart Logistics.

Проведено імітаційні дослідження маршрутизації доставки вантажів з динамічним оновленням маршруту в реальному режимі часу із застосуванням модифікованого алгоритму мурашиної колонії та даних про динаміку транспортного потоку (ТП) на прикладі ВДМ м. Києва. Тут експериментальні дані отримані за допомогою датчиків руху інтелектуальних транспортних систем. При проведенні оптимізації використовувались поточні дані, що отримувались в онлайн режимі в рамках технології Інтернету речей і історичні дані, отримані за минулі проміжки часу та усередненні з використанням технології великих даних (ВД). Оптимізація маршруту на кожному етапі оновлення в реальному режимі часу досягалась за допомогою модифікованого алгоритму мурашиної колонії. Цей метод має достатньо високу продуктивність оптимізації та дозволяє, на відміну від багатьох інших інтелектуальних методів, безпосередньо враховувати нестационарну динаміку ТП на ВДМ. Показано, що використання ВД історичних даних, усереднених належним чином, дозволяє здійснювати більш ефективне планування транспортних маршрутів.

Проведені імітаційні дослідження свідчать про можливість використання запропонованого підходу транспортними компаніями та органами влади для вирішення завдань управлінням логістичними потоками в автоматизованому режимі в умовах складного, непередбачуваного трафіку.

Ключові слова: динамічна маршрутизація, інтелектуальні методи, розумна логістика, інтернет речей, великі дані.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.278002

ОПТИМІЗАЦІЯ ХАРРИСА ХОКСА ДЛЯ МАРШРУТУ АВТОМОБІЛІВ ШВИДКОЇ ДОПОМОГИ В РОЗУМНИХ МІСТАХ (с. 74–81)

Taha Darwassh Hanawy Hussein, Mondher Frikha, Javad Rahebi

Проблема маршрутизації швидкої допомоги є однією з форм задачі маршрутизації швидкої допомоги.

Основна мета задачі маршрутизації автомобіля швидкої допомоги полягає у визначенні мінімальних (тобто оптимальних) необхідних відстаней між:

- 1) місцями нещасних випадків і станцією швидкої медичної допомоги;
- 2) розташуванням найближчої лікарні та місця нещасних випадків.

Серед запропонованих у літературі рішень визначення оптимального маршруту є вирішальним. Тому це дослідження мало за мету розглянути маршрути автомобіля швидкої допомоги в розумних містах за допомогою алгоритму оптимізації Харріса Хокса (ОХХ). Він дозволяє максимально швидко і впевнено уникати жертв. Кілька проблем інженерної оптимізації підтверджують, що ННО перевершує багато добре відомих підходів роїового інтелекту. В розглянутій системі було використано вузловий підхід для створення карти міста. Спочатку диспетчерська станція отримує інформацію про місце аварії та передає її до лікарні та швидкої допомоги. Алгоритм маршрутизації автомобіля ОХХ отримує дані від водія; дані включають місце аварії та вузлове положення автомобіля швидкої допомоги. Потім найкоротший шлях водія до місця ДТП через ОХХ. Місце аварії та лікарні оновлює водій, коли автомобіль доїжджає до місця аварії. Після цього визначається найшвидший маршрут (що забезпечує найменший час у дорозі) до лікарні. ОХХ може надавати офлайн-інформацію про потенційну комбінацію координат пункту призначення та джерела. Масштабні експерименти з моделювання показали, що ОХХ може забезпечити оптимальні рішення. Крім того, експерименти з оцінки продуктивності продемонстрували перевагу алгоритму ОХХ над його аналогами (методи SAODV, TVR і ТВМ). Крім того, для десяти шкідливих вузлів PDF алгоритму становив 0,91, що вище, ніж у аналогів.

Ключові слова: маршрутизація автомобіля швидкої допомоги, метод оптимізації Харріса Хокса, розумне місто.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.277618

РОЗРОБКА БАГАТОМОВНОЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ ТА МОНІТОРИНГУ ПРОЄКТІВ (с. 82–94)

Iurii Teslia, Nataliia Yehorchenkova, Oleksii Yehorchenkov, Ю. Л. Хлевна, Yevheniia Kataieva, Г. Клеванна, А. О. Хлевний, Т. В. Латишева, І.І. Иванов, А.В. Сазонов

Об'єктом дослідження цієї роботи є процеси планування і моніторингу проєктів. Вирішуваною проблемою є розробка моделі, методу та структур багатомовної інтелектуальної системи планування та моніторингу проєктів і її експериментальна перевірка на здатність розуміти висловлювання менеджерів на різних мовах.

Сформульовано вимоги до такої системи. Проведено аналіз наявних теоретичних і практичних розробок в цій області. Встановлено, що не існує розробок в сфері управління проєктами, зданих адаптуватися до нових природних мов. Виявлено, що сформульовані вимоги можуть бути задоволені в рамках рефлексорного підходу. Він характеризується простотою, неперервністю і не чутливістю до помилок в природномовних звертаннях. Для підтвердження цих припущень була розроблена експериментальна багатомовна система планування і моніторингу проєктів та методика експериментальних досліджень.

Результати проведених експериментів, отримані під час використання створеної експериментальної системи, свідчать про правильну ідентифікацію змісту звернень до інтелектуальної системи на 6-ти мовах з імовірністю вище 0,99, і розпізнавати структуру висловлювань з імовірністю вище 0,98. А час на налаштування системи на роботу з новою мовою не перевищував 1 години. Це дозволяє використовувати її для практичної роботи в розподілених системах управління для дистанційної взаємодії менеджерів і спеціалістів з системою на різних мовах.

Проведені експерименти підтвердили припущення про ефективність застосування рефлексорного підходу для створення систем управління проєктами.

Розроблені модель, метод, структури та система можуть бути використані для різних типів проєктів, такі як проєкти регіонального розвитку, ІТ, тощо.

Ключові слова: планування проєктів, моніторинг проєктів, багатомовні системи, рефлексорний метод, інформаційна взаємодія.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.276253

РОЗРОБКА МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНИМИ ПРОЦЕСАМИ В ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ ОРГАНІЗАЦІЙ ДОШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ (с. 95–105)

Aliya Aitymova, Kainizhamal Iklassova, Gulmira Abildinova, Anna Shaporeva, Oxana Kopnova, Agibay Kushumbayev, Svetlana Smolyaninova, Zhanat Aitymov, Anara Karymsakova

Одним із важливих елементів інформаційної інфраструктури освітніх закладів є інформаційно-освітнє середовище. Інформаційно-освітнє середовище організацій дошкільної освіти має свої особливості, які необхідно враховувати під час побудови моделі управління інформаційними процесами.

Об'єктом дослідження цієї роботи є інформаційно-освітнє середовище для організацій дошкільної освіти. Вирішуваною проблемою є необхідність розробки моделі управління даними та інформаційними процесами, яка дозволить визначати результати навчання дошкільнят та коригувати індивідуальну роботу з ними.

Використання розробленої моделі дозволило зменшити витрати часу на коригування індивідуальної роботи з учнями на 30 %. Ці результати пояснюються оптимізацією інформаційних процесів, а також покращенням моніторингу сформованості навичок дошкільнят та скороченням часу на його проведення. Під час моніторингу на кожну дитину досліджується 211 індикаторів. На три моніторинги, в сукупності з розрахунку на одну дитину, припадає на рік 633 індикатори. Стандартно дані вносяться до Microsoft Excel і обробляються вручну. Однак велика кількість записів уповільнює обробку даних Microsoft Excel і збільшує вірогідність помилок. Застосування даної моделі дозволить проводити розрахунки автоматично, зберігати дані та формувати звіти на кожну дитину чи групу дітей.

Розроблена модель може бути використана в інформаційно-освітніх середовищах для організацій дошкільної освіти з метою підвищення ефективності моніторингу та управління освітніми процесами.

Ключові слова: дошкільна освіта, моніторинг, інформаційно-освітнє середовище, управління даними, модель оцінки сформованості навичок, модель оцінки успішності, корекція навичок.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.277997

РОЗРОБКА ПІДХОДУ КЕРУВАННЯ РИЗИКАМИ НА ОСНОВІ НАВЧАННЯ З ПІДКРІПЛЕННЯМ ПРИ ФОРМУВАННІ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОРТФЕЛЮ (с. 106–116)

В. О. Мартовицький, В. В. Аргунов, І. В. Рубан, Ю. О. Романенков

Інвестиції відіграють істотну роль у функціонуванні та розвитку економіки. Керування ризиками є невід'ємною частиною формування інвестиційного портфелю. Це означає, що інвестор повинен бути готовий взяти на себе певний рівень ризику, щоб отримати певний рівень доходу. Проте, при формуванні інвестиційного портфелю інвестор стикається з такими проблемами як: непередбачуваність ринку, кореляція активів, невірне розподілення активів. Отже, при формуванні інвестиційного портфелю, інвестор повинен ретельно вивчити всі можливі ризики і намагатися мінімізувати їх. Об'єктом дослідження є підхід до керування ризиками при формуванні інвестиційного портфелю з використанням методу навчання з підкріпленням. Описано основні принципи формування інвестиційного портфелю та визначення ризиків. Розглянуто застосування методу навчання з підкріпленням для побудови моделі керування ризиками інвестиційного портфелю. Також розглядається процес вибору оптимальних інвестиційних активів на основі альтернативних джерел даних, що мінімізують ризики та максимізують прибутки. Розроблено функціональну модель процесу оптимізації ризиків при формуванні інвестиційного портфелю на основі методів машинного навчання. Розроблена функціональної моделі дозволяє побудувати процес оптимізації ризиків, включаючи відбір активів, порівняння та оцінку ризиків, побудову інвестиційного портфелю та моніторинг його ризиків. Результати дослідження показали, що запропонований підхід до формування інвестиційного портфелю збільшив загальний приріст інвестиційного портфелю на 0,4363 у порівнянні з базовою моделлю. Також показник волатильності покращився у порівнянні з ринковою, про що свідчить значення відсоткової різниці між початковою та кінцевою сумою готівки, яке зросло з 128.98 до 295.57.

Ключові слова: інвестиційний портфель, управління ризиками, машинне навчання, актор-критик, навчання без учителя.