



INFORMATION TECHNOLOGIES

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.251281

A THEORETICALLY PROPOSED ALGORITHM IN A DECISION TREE FORMAT FOR CHOOSING AN EFFICIENT STORAGE TYPE OF LARGE DATASETS

pages 6–9

Sofia Materynska, Department of System Design, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5746-4899>

Vadym Yaremenko, Postgraduate Student, Assistant, Department of System Design, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: yaremenko.v.s@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8557-6938>

Walery Rogoza, Doctor of Technical Science, Professor, Department of System Design, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2327-156X>

The object of research is methods and approaches to improve storage efficiency and optimize access to large amounts of data. The importance of this study consists in the wide dissemination of big data and the need for the right selection of technologies that will help improve the efficiency of big data processing systems. The complexity of the choice is caused by the large number of different data storages and databases that are available now, so the best decision requires a deep understanding of the advantages, disadvantages and features of each. And the difficulty lies in the lack of a universal algorithm for deciding on the optimal repository. Accordingly, based on the experiments, analysis of existing projects and research papers, a decision-making algorithm was proposed that determines the best way to store large datasets, depending on their characteristics and additional system requirements. This is necessary to simplify the design of the system in the early stages of big data processing projects. Thus, by highlighting the key differences, as well as the disadvantages and advantages of each type of storage and database, a list of key characteristics of the data and the future system, which should be considered when designing.

This algorithm is a theoretical proposal based on the studied research papers. Accordingly, using this algorithm at the design stage of the system, it would be possible to quickly and clearly determine the optimal type of storage of large datasets. The paper considers column-oriented, document-oriented, graph and key-value types of databases, as well as distributed file systems and cloud services.

Keywords: large datasets, non-relational database, column-oriented database, document-oriented database, key-value database, graph database.

References

1. Dash, S., Shakyawar, S. K., Sharma, M., Kaushik, S. (2019). Big data in healthcare: management, analysis and future prospects. *Journal of Big Data*, 6 (1). doi: <http://doi.org/10.1186/s40537-019-0217-0>

2. Raghupathi, W., Raghupathi, V. (2014). Big data analytics in healthcare: promise and potential. *Health Information Science and Systems*, 2 (1). doi: <http://doi.org/10.1186/2047-2501-2-3>

3. Raja, R., Mukherjee, L., Sarkar, B. K. (2020). A Systematic Review of Healthcare Big Data. *Scientific Programming*, 2020, 1–15. doi: <http://doi.org/10.1155/2020/5471849>

4. Siddiq, A., Karim, A., Gani, A. (2017). Big data storage technologies: a survey. *Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering*, 18 (8), 1040–1070. doi: <http://doi.org/10.1631/fitee.1500441>

5. Kumar, S., Singh, M. (2019). Big data analytics for healthcare industry: impact, applications, and tools. *Big Data Mining and Analytics*, 2 (1), 48–57. doi: <http://doi.org/10.26599/bdma.2018.9020031>

6. Alonso, S. G., de la Torre Díez, I., Rodrigues, J. J. P. C., Hamrioui, S., López-Coronado, M. (2017). A Systematic Review of Techniques and Sources of Big Data in the Healthcare Sector. *Journal of Medical Systems*, 41 (11). doi: <http://doi.org/10.1007/s10916-017-0832-2>

7. Pandey, M. K., Subbiah, K. (2016). A Novel Storage Architecture for Facilitating Efficient Analytics of Health Informatics Big Data in Cloud. *2016 IEEE International Conference on Computer and Information Technology (CIT)*. doi: <http://doi.org/10.1109/cit.2016.86>

8. Olaronke, I., Oluwaseun, O. (2016). Big data in healthcare: Prospects, challenges and resolutions. *2016 Future Technologies Conference (FTC)*. doi: <http://doi.org/10.1109/ftc.2016.7821747>

9. Suthakar, U., Magnoni, L., Smith, D. R., Khan, A., Andreeva, J. (2016). An efficient strategy for the collection and storage of large volumes of data for computation. *Journal of Big Data*, 3 (1). doi: <http://doi.org/10.1186/s40537-016-0056-1>

10. Geihs, M., Buchmann, J.; Lee, K. (Ed.) (2019). ELSA: Efficient Long-Term Secure Storage of Large Datasets. In: *Information Security and Cryptology – ICISC 2018. ICISC 2018. Lecture Notes in Computer Science*. Cham: Springer, 269–286. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-12146-4_17

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.252695

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE ABILITY OF CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS TO THE CONCEPT OF TRANSFER LEARNING

pages 10–13

Vladimir Khotsyanovsky, Postgraduate Student, Department of Aviation Computing and Integration Complexes, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, e-mail: stt912@yahoo.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0415-777X>

The object of research is the ability to combine a previously trained model of a deep neural network of direct propagation with user data when used in problems of determining the class of one object in the image. That is, the processes of transfer learning in convolutional neural networks in classification problems are considered. The conducted researches are based on application of a method of comparison of theoretical and practical results received at training of convolutional neural networks. The main objective of this research is to conduct two different learning processes. Traditional training during which in each epoch of training there is an adjustment of values of all weights of each layer of a network. After that there is a process of training of a neural network on

a sample of the data presented by images. The second process is learning using transfer learning methods, when initializing a pre-trained network, the weights of all its layers are «frozen» except for the last fully connected layer. This layer will be replaced by a new one with the number of outputs, which should be equal to the number of classes in the sample. After that, to initialize its parameters by the random values distributed according to the normal law. Then conduct training of such convolutional neural network on the set sample. When the training was conducted, the results were compared. In conclusion, learning from convolutional neural networks using transfer learning techniques can be applied to a variety of classification tasks, ranging from numbers to space objects (stars and quasars). The amount of computer resources spent on research is also quite important. Because not all model of a convolutional neural network can be fully taught without powerful computer systems and a large number of images in the training sample.

Keywords: neural networks, transfer learning, convolutional neural networks, computer resources.

References

- Zhu, Y., Chen, Y., Lu, Z., Pan, S. J., Xue, G.-R., Yu, Y., Yang, Q. (2011). Heterogeneous Transfer Learning for Image Classification. *Twenty-Fifth AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 1304–1309.
- Raina, R., Battle, A., Lee, H., Packer, B., Ng, A. Y. (2007). Self-taught Learning: Transfer Learning from Unlabeled Data. *Proceedings of the 24th International conference on Machine learning*, 767–774. doi: <http://doi.org/10.1145/1273496.1273592>
- Govind, L., Kumar, D. (2017). Diabetic retinopathy detection using transfer learning. *Journal for advanced research in applied science*, 4, 463–471.
- Deep Learning: Transfer learning i tonkaia nastroika glubokikh svertochnykh neironnykh setei* (2016). Khabrakhabr. Available at: <https://habrakhabr.ru/company/microsoft/blog/314934>
- Joey, S. (2019). *Creating AlexNet on Tensorflow from Scratch. Part 2: Creating AlexNet*. Available at: <https://joeyism.medium.com/creating-alexnet-on-tensorflow-from-scratch-part-2-creating-alexnet-e0cd948d7b04>
- Lee, H., Grosse, R., Ranganath, R., Ng, A. Y. (2009). Convolutional deep belief networks for scalable unsupervised learning of hierarchical representations. *Proceedings of the 26th Annual International Conference on Machine Learning, ICML 2009*. Montreal. Available at: <http://robotics.stanford.edu/~ang/papers/icml09-ConvolutionalDeepBeliefNetworks.pdf>
- VGG16 – Convolutional Network for Classification and Detection* (2018). Available at: <https://neurohive.io/en/popular-networks/vgg16/>
- PyTorch Documentation (2017). *Torch Contributors*. Available at: <http://pytorch.org/docs/0.3.0/index.html>
- He, K., Zhang, X., Ren, S., Sun, J. (2015). *Deep Residual Learning for Image Recognition*. Cornell University. Available at: <https://arxiv.org/abs/1512.03385v1>
- Huang, G., Liu, Z., van der Maaten, L., Weinberger, K. Q. (2018). *Densely Connected Convolutional Networks*. Cornell University. Available at: <https://arxiv.org/abs/1608.06993v5>
- Wan, L., Zeiler, M., Zhang, S., Cun, Y. L., Fergus, R. (2013). Regularization of Neural Networks using DropConnect. *Proceedings of the 30th International Conference on Machine Learning, PMLR*, 28 (3), 1058–1066.
- Ballan, L., Bertini, M., Del Bimbo, A., Serain, A. M., Serra, G., Zaccane, B. F. (2012). Combining generative and discriminative models for classifying social images from 101 object categories. *Proceedings of the 21st International Conference on Pattern Recognition (ICPR2012)*, 1731–1734.

SYSTEMS AND CONTROL PROCESSES

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.252297

IMAGE PROCESSING PROCEDURE FOR REMOTE RECORDING OF THE *GAMBUSIA SP.* INTRODUCED INTO A WATER FOR ANTI-MALARIA

pages 14–18

Olena Vysotska, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department of Radio-Electronic and Biomedical Computer-Aided Means and Technologies, National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3723-9771>

Konstantin Nosov, PhD, Associate Professor, Department of Theoretical and Applied Informatics, V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4374-7502>

Igor Hnoevyi, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of Department of Applied Biology, Aquatic Bioresources and Hunting them Professor A. S. Tertyshny State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1350-6898>

Andrii Porvan, PhD, Associate Professor, Department of Radio-Electronic and Biomedical Computer-Aided Means and

Technologies, National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine, e-mail: a.porvan@khai.edu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9727-0995>

Lyubov Rysovana, PhD, Associate Professor, Department of Medical and Biological Physics and Medical Informatics, Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7937-4176>

Alexandr Dozvar, PhD, Associate Professor, Department of Radio-Electronic and Biomedical Computer-Aided Means and Technologies, National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7171-0024>

Mikhail Babakov, PhD, Professor, Department of Radio-Electronic and Biomedical Computer-Aided Means and Technologies, National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2270-196X>

Marharyta Kalenichenko, Department of Radio-Electronic and Biomedical Computer-Aided Means and Technologies, National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4731-1060>

The object of research is the procedure for processing digital images for remote registration of *Gambusia sp.*, introduced into water bodies to combat malaria, which threatens not only the African region, but also other latitudes of the world. One of the most problematic areas of research is the elimination of the masking effect of a biological object under conditions of interference (for example, water turbidity) that make it difficult to recognize *Gambusia sp.* on digital images taken from aboard light drones.

In the course of the study, approaches were used that allow dividing a digital image into segments and sub-segments, followed by determining the ratio of the colorimetric parameters of the RGB model of the bottom section. Dispersion and correlation analysis of mean values and mean square deviation values of the RGB model parameters were used. The standard deviation was considered as the degree of diversity of colorimetric parameters in the color of a biological object.

The proposed procedure made it possible to reveal a moderate negative correlation between the predominance of green and yellow-orange-red phytopigments in the dynamics of the Margalef model of phytocenosis succession in the places of introduction and habitation of *Gambusia sp.* This is due to the fact that the shielding of phytocenosis areas by *Gambusia sp.* is reflected in the nature of the relationship of the colorimetric parameters of the RGB model of the bottom area, namely, they affect the correlation between the average values of the parameters $G/(R+G+B)$ and R/G or between the mean value and the standard deviation of the parameter $G/(R+G+B)$. This makes it possible to use *Gambusia sp.* in regions affected by malaria, a wide range of light drones with remote photofixation of relatively low quality. The implementation of these possibilities will require much less material costs and a small number of personnel than underwater video filming and other known methods for studying the ichthyofauna of small water bodies in conditions of interference. It is about the registration of the results of the introduction of *Gambusia sp.* in such water bodies to fight malaria.

Keywords: image processing procedure, remote image recording, malaria control, unmanned aerial vehicle.

References

1. *The World Malaria report 2021* (2021). World Health Organization, 322. Available at: <https://www.who.int/publications/item/9789240040496>
2. Ndwigah, S., Stergachis, A., Abuga, K., Mugo, H., Kibwage, I. (2018). The quality of anti-malarial medicines in Embu County, Kenya. *Malaria Journal*, 17 (1). doi: <http://doi.org/10.1186/s12936-018-2482-3>
3. Huxley, P. J., Murray, K. A., Pawar, S., Cator, L. J. (2021). The effect of resource limitation on the temperature dependence of mosquito population fitness. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 288 (1949). doi: <http://doi.org/10.1098/rspb.2020.3217>
4. Butler, D. (2019). Promising malaria vaccine to be tested in first large field trial: The vaccine can confer up to 100 % protection and will be tested in 2,100 people on the west African island of Bioko. *Nature*. doi: <http://doi.org/10.1038/d41586-019-01232-4>
5. Vekemans, J., Schellenberg, D., Bennis, S., O'Brien, K., Alonso, P. (2021). Meeting report: WHO consultation on malaria vaccine development, Geneva, 15–16 July 2019. *Vaccine*, 39 (22), 2907–2916. doi: <http://doi.org/10.1016/j.vaccine.2021.03.093>
6. Bilgo, E., Lovett, B., St. Leger, R. J., Sanon, A., Dabiré, R. K., Diabaté, A. (2018). Native entomopathogenic *Metarhizium* spp. from Burkina Faso and their virulence against the malaria vector *Anopheles coluzzii* and non-target insects. *Parasites & Vectors*, 11 (1). doi: <http://doi.org/10.1186/s13071-018-2796-6>
7. Girard, M., Martin, E., Vallon, L., Raquin, V., Bellet, C., Rozier, Y. et al. (2021). Microorganisms Associated with Mosquito Oviposition Sites: Implications for Habitat Selection and Insect Life Histories. *Microorganisms*, 9 (8), 1589. doi: <http://doi.org/10.3390/microorganisms9081589>
8. Hou, L., Chen, S., Chen, H., Ying, G., Chen, D., Liu, J. et al. (2019). Rapid masculinization and effects on the liver of female western mosquitofish (*Gambusia affinis*) by norethindrone. *Chemosphere*, 216, 94–102. doi: <http://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.10.130>
9. Huang, G.-Y., Liu, Y.-S., Liang, Y.-Q., Shi, W.-J., Yang, Y.-Y., Liu, S.-S. et al. (2019). Endocrine disrupting effects in western mosquitofish *Gambusia affinis* in two rivers impacted by untreated rural domestic wastewaters. *Science of The Total Environment*, 683, 61–70. doi: <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.231>
10. Asanov, A. Y. (2021). The method' features for assessing the number of fish in small reservoirs and watercourses using an underwater video camera. University Proceedings. Volga Region. *Natural Sciences*, 3, 85–97. doi: <http://doi.org/10.21685/2307-9150-2021-3-8>
11. Whitehead, K., Hugenholtz, C. H., Myshak, S., Brown, O., LeClair, A., Tamminga, A. et al. (2014). Remote sensing of the environment with small unmanned aircraft systems (UASs), part 2: scientific and commercial applications. *Journal of Unmanned Vehicle Systems*, 2 (3), 86–102. doi: <http://doi.org/10.1139/juvs-2014-0007>
12. Groves, P. A., Alcorn, B., Wiest, M. M., Maselko, J. M., Connor, W. P. (2017). Testing unmanned aircraft systems for salmon spawning surveys. *FACETS*, 1 (1), 187–204. doi: <http://doi.org/10.1139/facets-2016-0019>
13. Kudo, H., Koshino, Y., Eto, A., Ichimura, M., Kaeriyama, M. (2012). Cost-effective accurate estimates of adult chum salmon, *Oncorhynchus keta*, abundance in a Japanese river using a radio-controlled helicopter. *Fisheries Research*, 119-120, 94–98. doi: <http://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.12.010>
14. Endler, J. A., Mappes, J. (2017). The current and future state of animal coloration research. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 372 (1724). doi: <http://doi.org/10.1098/rstb.2016.0352>
15. Panayotova, I. N., Horth, L. (2018). Modeling the impact of climate change on a rare color morph in fish. *Ecological Modelling*, 387, 10–16. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2018.08.008>
16. Vissio, P. G., Darias, M. J., Di Yorio, M. P., Pérez Sirkin, D. I., Delgadín, T. H. (2021). Fish skin pigmentation in aquaculture: The influence of rearing conditions and its neuroendocrine regulation. *General and Comparative Endocrinology*, 301, 113662. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ygcen.2020.113662>
17. Valkonen, J. K., Vakkila, A., Pesari, S., Tuominen, L., Mappes, J. (2020). Protective coloration of European vipers throughout the predation sequence. *Animal Behaviour*, 164, 99–104. doi: <http://doi.org/10.1016/j.anbehav.2020.04.005>
18. Guillermo-Ferreira, R., Bispo, P. C., Appel, E., Kovalev, A., Gorb, S. N. (2019). Structural coloration predicts the outcome of male contests in the Amazonian damselfly *Chalcopteryx scintillans* (Odonata: Polythoridae). *Arthropod Structure & Development*, 53, 100884. doi: <http://doi.org/10.1016/j.asd.2019.100884>
19. Duarte, R. C., Flores, A. A. V., Stevens, M. (2017). Camouflage through colour change: mechanisms, adaptive value and ecological significance. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 372 (1724). doi: <http://doi.org/10.1098/rstb.2016.0342>

20. Green, J. B. A. (2021). Computational biology: Turing's lessons in simplicity. *Biophysical Journal*, 120 (19), 4139–4141. doi: <http://doi.org/10.1016/j.bpj.2021.08.041>
21. Salis, P., Lorin, T., Laudet, V., Frédérick, B. (2019). Magic Traits in Magic Fish: Understanding Color Pattern Evolution Using Reef Fish. *Trends in Genetics*, 35 (4), 265–278. doi: <http://doi.org/10.1016/j.tig.2019.01.006>
22. Turing, A. M. (1952). The chemical basis of morphogenesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 237 (641), 37–72. doi: <http://doi.org/10.1098/rstb.1952.0012>
23. Balym, Y., Vysotska, O., Pecherska, A., Bepalov, Y. (2017). Mathematical modeling of systemic colorometric parameters unmasking wild waterfowl. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (2 (89)), 12–18. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.110107>
24. Zholtkevych, G. N., Bepalov, G. Y., Nosov, K. V., Abhishek, M. (2013). Discrete Modeling of Dynamics of Zooplankton Community at the Different Stages of an Anthropogenic Eutrophication. *Acta Biotheoretica*, 61 (4), 449–465. doi: <http://doi.org/10.1007/s10441-013-9184-6>
25. Bepalov, Y., Kabalyants, P., Zuev, S. (2021). Relationships of diversity and evenness in adaptation strategies of the effect of protective coloration of animals. doi: <http://doi.org/10.1101/2021.05.06.441914>
26. Bepalov, Y., Nosov, K., Levchenko, O., Grigoriev, O., Hnoievyi, I., Kabalyants, P. (2019). Mathematical modeling of the protective coloration of animals with usage of parameters of diversity and evenness. doi: <http://doi.org/10.1101/822999>
27. Bepalov, Y. G., Nosov, K. V., Kabalyants, P. S. (2017). Discrete Dynamical Model of Mechanisms Determining the Relations of Biodiversity and Stability at Different Levels of Organization of Living Matter. doi: <http://doi.org/10.1101/161687>
28. Margalef, R. (1967). Concepts relative to the organization of plankton. *Oceanography and Marine Biology*, 5, 257–289.
29. Grigoriev, A. Ya., Levchenko, A. V., Ryabovol, A., Vysotska, O. V., Kalashnikova, V. I. (2021). Distance reading fishes in the water area by colorimetric parameters related to productivity and diversity of phytobentos. *Information systems and technologies in medicine (ISM–2021)*, 57.

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.252336

CONTROL AND REGULATION OF THE DENSITY OF TECHNICAL FLUIDS DURING THEIR TRANSPORTATION BY SEA SPECIALIZED VESSELS

pages 19–25

Denys Maryanov, Postgraduate Student, Department of Ship Power Plants, National University «Odessa Maritime Academy», Odessa, Ukraine, e-mail: denismaryanov@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1355-5844>

The object of research is the process of transporting drilling slurry through specialized marine vessels of the Platform Supply Vessels class. The subject of research is the sedimentation stability of the drilling slurry along the height of the cargo tank, which is proposed to be defined as a relative change in vertical density near the surface and bottom of the cargo tank. The studies were carried out on a specialized sea vessel with a displacement of 7320 tons. The design of the vessel provided for the reception and transportation of drilling slurry in four cargo tanks located on the port and starboard sides of the vessel.

It has been experimentally established that during the 48-hour transportation, the density of the drilling slurry in the bottom part increases to 19.7 %; decrease in density on the surface – up to 7.8 %; decrease in the sedimentation resistance of the drilling slurry along the depth of the cargo tank – up to 29.85 %. A variant of modernization of the drilling slurry transportation system by installing additional circulation pumps providing forced circulation of the drilling slurry between cargo tanks is proposed. By using programmable microcontrollers (performing turning on/off the circulation pumps), it is possible to provide the following conditions for transporting the drilling fluid: an increase in the density of the drilling fluid in the bottom part up to 0.3 %; decrease in density on the surface – up to 0.25 %; decrease in the sedimentation resistance of the drilling slurry along the depth of the cargo tank – up to 8.01 %. It has been experimentally established that the creation of additional circulation and automatic support of the sedimentation resistance of the drilling fluid in the range of 2–7 % contributes to:

- increasing the relative performance of cargo pumps from 38–55 % to 92–96 %;
- reducing the time of pumping drilling slurry from cargo tanks to the drilling platform from 7.1 to 3.2 hours;
- maintaining the technical condition of equipment, pipelines and elements of the drilling slurry transportation and pumping system.

Keywords: specialized marine vessel, drilling slurry density, transportation system, sedimentation resistance.

References

1. Maryanov, D. (2021). Development of a method for maintaining the performance of drilling fluids during transportation by Platform Supply Vessel. *Technology Audit and Production Reserves*, 5 (2 (61)), 15–20. doi: <http://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.239437>
2. Cherniak, L., Varshavets, P., Dorogan, N. (2017). Development of a mineral binding material with elevated content of red mud. *Technology Audit and Production Reserves*, 3 (3 (35)), 22–28. doi: <http://doi.org/10.15587/2312-8372.2017.105609>
3. Sagin, S., Madey, V., Stoliaryk, T. (2021). Analysis of mechanical energy losses in marine diesels. *Technology Audit and Production Reserves*, 5 (2 (61)), 26–32. doi: <http://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.239698>
4. Zablotsky, Y. V. (2019). The use of chemical fuel processing to improve the economic and environmental performance of marine internal combustion engines. *Scientific research of the SCO countries: synergy and integration. Part 1*. Beijing: PRC, 131–138. doi: <http://doi.org/10.34660/INF.2019.15.36257>
5. Liang, Y., Ju, X., Li, A., Li, C., Dai, Z., Ma, L. (2020). The Process of High-Data-Rate Mud Pulse Signal in Logging While Drilling System. *Mathematical Problems in Engineering*, 2020, 1–11. doi: <http://doi.org/10.1155/2020/3207087>
6. Popovskii, Yu. M., Sagin, S. V., Khanmamedov, S. A., Grebenyuk, M. N., Teregerya, V. V. (1996). Designing, calculation, testing and reliability of machines: influence of anisotropic fluids on the operation of frictional components. *Russian Engineering Research*, 16 (9), 1–7.
7. Sagin, S. V., Semenov, O. V. (2016). Marine Slow-Speed Diesel Engine Diagnosis with View to Cylinder Oil Specification. *American Journal of Applied Sciences*, 13 (5), 618–627. doi: <http://doi.org/10.3844/ajassp.2016.618.627>
8. Zablotsky, Yu. V., Sagin, S. V. (2016). Maintaining Boundary and Hydrodynamic Lubrication Modes in Operating High-pressure Fuel Injection Pumps of Marine Diesel Engines. *Indian Journal*

- of Science and Technology, 9 (20), 208–216. doi: <http://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i20/94490>
9. Sagin, S. V., Semenov, O. V. (2016). Motor Oil Viscosity Stratification in Friction Units of Marine Diesel Motors. *American Journal of Applied Sciences*, 13 (2), 200–208. doi: <http://doi.org/10.3844/ajassp.2016.200.208>
 10. Karianskyi, S. A., Maryanov, D. M. (2020). Features of transportation of high-density technical liquids by marine specialized vessels. *Scientific research of the SCO countries: synergy and integration. Part 2*. Beijing, 150–153. doi: <http://doi.org/10.34660/INF.2020.24.53688>
 11. Lipin, A. A., Kharlamov, Y. P., Timonin, V. V. (2013). Circulation system of a pneumatic drill with central drilling mud removal. *Journal of Mining Science*, 49 (2), 248–253. doi: <http://doi.org/10.1134/s1062739149020068>
 12. Sagin, S. V., Solodovnikov, V. G. (2015). Cavitation Treatment of High-Viscosity Marine Fuels for Medium-Speed Diesel Engines. *Modern Applied Science*, 9 (5), 269–278. doi: <http://doi.org/10.5539/mas.v9n5p269>
 13. Lahoida, A., Boryn, V., Sementsov, G., Sheketa, V. (2020). Development of an automated system of control over a drilling mud pressure at the inlet to a well. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (2 (106)), 82–94. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.209844>
 14. Madey, V. V. (2021). Usage of biodiesel in marine diesel engines. *The Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, 7-8, 18–21. doi: <http://doi.org/10.29013/ajt-21-7.8-18-21>
 15. Akimova, O., Kravchenko, A. (2018). Development of the methodology of the choice of the route of work of platform supply vessels in the shelf of the seas. *Technology Audit and Production Reserves*, 5 (2 (43)), 30–35. doi: <http://doi.org/10.15587/2312-8372.2018.146322>
 16. Mahamathozhaev, D. R. (2017). Application of mud composition at the opening of unstable clay deposits. *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, 11-12, 75–77. doi: <http://doi.org/10.20534/ajt-17-11.12-75-77>
 17. Zablotsky, Yu. V., Sagin, S. V. (2016). Enhancing Fuel Efficiency and Environmental Specifications of a Marine Diesel When using Fuel Additives. *Indian Journal of Science and Technology*, 9 (46), 353–362. doi: <http://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i46/107516>
 18. Sagin, A. S., Zablotskyi, Y. V. (2021). Reliability maintenance of fuel equipment on marine and inland navigation vessels. *The Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, 7-8, 14–17. doi: <http://doi.org/10.29013/ajt-21-7.8-14-17>
 19. Kuropyatnyk, O. A., Sagin, S. V. (2019). Exhaust Gas Recirculation as a Major Technique Designed to Reduce NOx Emissions from Marine Diesel Engines. *Naše More*, 66 (1), 1–9. doi: <http://doi.org/10.17818/nm/2019/1.1>
 20. Sagin, S. V., Kuropyatnyk, O. A. (2018). The Use of Exhaust Gas Recirculation for Ensuring the Environmental Performance of Marine Diesel Engines. *Naše More*, 65 (2), 78–86. doi: <http://doi.org/10.17818/nm/2018/2.3>
 21. Sagin, S. V. (2020). Determination of the optimal recovery time of the rheological characteristics of marine diesel engine lubricating oils. *Process Management and Scientific Developments. Part 4*. Birmingham, 195–202. doi: <http://doi.org/10.34660/INF.2020.4.52991>
 22. Maryanov, D. M. (2021). Maintaining the efficiency of drilling fluids when they are transported by platform supply vessel class offshore vessels. *The Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, 7-8, 22–28. doi: <http://doi.org/10.29013/ajt-21-7.8-22-28>
 23. Sagin, S. V., Kuropyatnyk, O. A. (2021). Using exhaust gas bypass for achieving the environmental performance of marine diesel engines. *The Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, 7-8, 36–43. doi: <http://doi.org/10.29013/ajt-21-7.8-36-43>
 24. Sagin, S. V., Solodovnikov, V. G. (2017). Estimation of Operational Properties of Lubricant Coolant Liquids by Optical Methods. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12 (19), 8380–8391.
 25. Kuropyatnyk, O. A. (2019). Ensuring environmental performance indicators of marine diesel engines. *Scientific research of the SCO countries: synergy and integration. Part 1*. Beijing: PRC, 146–153. doi: <http://doi.org/10.34660/INF.2019.15.36259>
 26. Sagin, S. V. (2019). Decrease in mechanical losses in high-pressure fuel equipment of marine diesel engines. *Scientific research of the SCO countries: synergy and integration. Part 1*. Beijing: PRC, 139–145. doi: <http://doi.org/10.34660/INF.2019.15.36258>
 27. Likhanov, V. A., Lopatin, O. P., Yurlov, A. S., Anfilatova, N. S. (2021). Simulation of soot formation in a tractor diesel engine running on rapeseed oil methyl ether and methanol. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 839 (5), 052057. doi: <http://doi.org/10.1088/1755-1315/839/5/052057>
 28. Karianskii, S. A., Marianov, D. N. (2021). Adjustment of drilling slurry density during transportation by Platform Supply Vessels. *Automation of Ship Technical Facilities*, 27 (1), 52–62. doi: <http://doi.org/10.31653/1819-3293-2021-1-27-52-62>
 29. Sagin, S. V. (2018). Improving the performance parameters of systems fluids. *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, 7-8, 55–59.
 30. Sagin, S. V., Stoliaryk, T. O. (2021). Comparative assessment of marine diesel engine oils. *The Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, 7-8, 29–35. doi: <http://doi.org/10.29013/ajt-21-7.8-29-35>
 31. Kuropyatnyk, O. A. (2020). Selection of optimal operating modes of exhaust gas recirculation system for marine low-speed diesel engines. *Process Management and Scientific Developments. Part 4*. Birmingham: United Kingdom, 203–211. doi: <http://doi.org/10.34660/INF.2020.4.52992>

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.251505

DEVELOPMENT OF METHODS FOR FORMATION OF INFRASTRUCTURE OF TRANSPORT UNITS FOR MAINTENANCE OF TRANSIT AND EXPORT FREIGHT FLOWS

pages 26–30

Oleksandr Gryshchuk, PhD, Professor, Department of Tourism, National Transport University, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2993-5566>

Anatoliy Petryk, PhD, Associate Professor, Department of International Transport and Customs Control, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: anv.petruk@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7996-5814>

Yaroslav Yerko, Postgraduate Student, Department of International Transport and Customs Control, National Transport University, Kyiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6759-9578>

Coordinated development of foreign economic relations and increase in international trade are the main factors of successful socio-economic growth of the state. And in order to ensure the competitiveness of domestic products on the world market, the primary factors are the intensification of innovative activities of production structures and the optimal use of

national resources. The object of research is the processes of forming the infrastructure of customs and logistics systems, taking into account the assessment of the competitiveness of transport services. These results depend on the resource provision of the processes of servicing import-export and transit cargo flows.

In the course of the research carried out in the work, the following methods were used: the method of factor analysis of the use of transport systems infrastructure; mathematical apparatus of decision theory; methods of simulation modeling of development of integration processes for calculations of integrated indicators. Regularities of the organization of foreign trade deliveries of transit and export cargoes as a basis for creation of effective system of management of customs and logistic processes are defined and the methodology of qualitative transport service on an example of grain cargo flows is developed. A method of forming the infrastructure of transport hubs for servicing cargo flows on the basis of economic analysis of the development of integration processes in the form of interaction of structural elements of production systems and their relationships. The performed work provided an opportunity to develop a model of intensive use of existing and promising infrastructure of transport systems and to conduct multivariate calculations to determine the amount of resources for the organization of foreign trade supplies on the basis of demand.

The study is aimed at gaining new knowledge about the patterns of improving the efficiency of customs and logistics services for foreign trade flows in international production structures. In the course of the research the approbation of the developed methodology for the formation and optimization of the infrastructure of transport hubs in the management systems of international production processes was carried out.

Keywords: transport infrastructure, customs and logistics services, transport and production systems, integration processes, transport nodes, technological characteristics.

References

- Kulbovskiy, I., Bakalinsky, O., Sorochnynska, O., Kharuta, V., Holub, H., Skok, P. (2019). Implementation of innovative technology for evaluating high-speed rail passenger transportation. *EUREKA: Physics and Engineering*, 6, 63–72. doi: <http://doi.org/10.21303/2461-4262.2019.001006>
- Crainic, T. G., Perboli, G., Rosano, M. (2018). Simulation of intermodal freight transportation systems: a taxonomy. *European Journal of Operational Research*, 270 (2), 401–418. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.11.061>
- Danchuk, V., Bakulich, O., Svatko, V. (2019). Identifying optimal location and necessary quantity of warehouses in logistic system using a radiation therapy method. *Transport*, 34 (3), 175–186. doi: <http://doi.org/10.3846/transport.2019.8546>
- Taji, T., Tanigawa, S., Kamiyama, N., Katoh, N., Takizawa, A. (2008). Finding an Optimal Location of Line Facility using Evolutionary Algorithm and Integer Program. *Journal of Computational Science and Technology*, 2 (3), 362–370. doi: <http://doi.org/10.1299/jcst.2.362>
- Prokudin, G., Remekh, K., Maidanyk, K. (2017). The efficiency of the runsystem application in international freight transportation. *Politechnika Rzeszowska*, 10, 79–86.
- Shin, S., Roh, H.-S., Hur, S. (2019). Characteristics Analysis of Freight Mode Choice Model According to the Introduction of a New Freight Transport System. *Sustainability*, 11 (4), 1209. doi: <http://doi.org/10.3390/su11041209>
- Sonmez, A. D., Lim, G. J. (2012). A decomposition approach for facility location and relocation problem with uncertain number of future facilities. *European Journal of Operational Research*, 218 (2), 327–338. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.10.028>
- Vorkut, T., Volynets, L., Bilonog, O., Sopotsko, O., Levchenko, I. (2019). The model to optimize deliveries of perishable food products in supply chains. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (3 (101)), 43–50. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.177903>
- Beloglazov, A., Banerjee, D., Hartman, A., Buyya, R. (2014). Improving Productivity in Design and Development of Information Technology (IT) Service Delivery Simulation Models. *Journal of Service Research*, 18 (1), 75–89. doi: <http://doi.org/10.1177/1094670514541002>
- Apfelstädt, A., Dashkovskiy, S., Nieberding, B. (2016). Modeling, Optimization and Solving Strategies for Matching Problems in Cooperative Full Truckload Networks. *IFAC-PapersOnLine*, 49 (2), 18–23. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.03.004>
- Ritzinger, U., Puchinger, J., Hartl, R. F. (2015). A survey on dynamic and stochastic vehicle routing problems. *International Journal of Production Research*, 54 (1), 215–231. doi: <http://doi.org/10.1080/00207543.2015.1043403>

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.251918

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL OF RADIO RESOURCE MANAGEMENT OF SPECIAL PURPOSE RADIO COMMUNICATION SYSTEMS BASED ON AN EVOLUTIONARY APPROACH

pages 31–36

Andrii Shyshatskyi, PhD, Senior Researcher, Research Department of Electronic Warfare Development, Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6731-6390>, e-mail: ierikon13@gmail.com

Volodymyr Ovchynnyk, Lecturer, Department of Armored Vehicles, Odessa Military Academy, Odessa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7653-7136>

Andrii Momotov, Department of Construction and Road-Building Machinery, Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5997-4561>

Nadiia Protas, PhD, Associate Professor, Department of Information Systems and Technologies, Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0943-0587>

Andriy Solomakha, Senior Lecturer, Department of Military Training, The Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Cherkasy, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7390-4156>

The object of research is a special-purpose radio communication system. A special purpose radio communication system is affected by many different destructive influences. The main ones are deliberate interference and cybernetic impact of various purposes. The above causes the search for new scientific approaches to identify and identify the destructive impact on special-purpose radio communications in order to increase the operational efficiency of special-purpose radio communications systems. In this work, the problems of

developing a mathematical model for managing the radio resource of special-purpose radio communication systems based on the evolutionary approach are solved.

In the course of the research, the authors of the work used the main provisions of the theory of artificial intelligence, the theory of automation, the theory of complex technical systems, as well as general scientific methods of cognition, namely analysis and synthesis. The proposed methodological approach was developed taking into account the practical experience of the authors of this work during military conflicts of the last decade.

The research results will be useful for:

- development of new radio resource management algorithms;
- substantiation of recommendations for improving the efficiency of radio resource operational management;
- analysis of the radio-electronic situation during the conduct of hostilities (operations);
- when creating promising technologies for increasing the efficiency of radio resource operational management;
- assessment of the adequacy, reliability, sensitivity of the scientific and methodological apparatus for the operational management of the radio resource;
- development of new and improvement of existing radio resource management models.

Directions for further research will be aimed at developing a methodology for intelligent control of the radio resource of special-purpose radio communication systems.

Keywords: radio communication systems, electronic jamming, data transmission systems, radio resource management, operational management.

References

1. Shyshatskyi, A. V., Bashkyrov, O. M., Kostyna, O. M. (2015). Rozvytok intehrovanykh system zviazku ta peredachi danykh dlia potreb Zbroinykh Syl. *Ozbroiennia ta viiskova tekhnika*, 1 (5), 35–39.
2. Tymchuk, S. (2017). Methods of Complex Data Processing from Technical Means of Monitoring. *Path of Science*, 3 (3), 4.1–4.9. doi: <http://doi.org/10.22178/pos.20-4>
3. Romanenko, I. O., Shyshatskyi, A. V., Zhyvotovskiy, R. M., Petruk, S. M. (2017). The concept of the organization of interaction of elements of military radio communication systems. *Science and Technology of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine*, 1, 97–100.
4. Shevchenko, D. (2020). The set of indicators of the cyber security system in information and telecommunication networks of the Armed Forces of Ukraine. *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, 38 (2), 57–62. doi: <http://doi.org/10.33099/2311-7249/2020-38-2-57-62>
5. Makarenko, S. I. (2017). Prospects and Problems of Development of Communication Networks of Special Purpose. *Systems of Control, Communication and Security*, 2, 18–68. Available at: <http://secs.intelgr.com/archive/2017-02/02-Makarenko.pdf>
6. Dudnyk, V., Sinenko, Y., Matsyk, M., Demchenko, Y., Zhyvotovskiy, R., Repilo, I. et. al. (2020). Development of a method for training artificial neural networks for intelligent decision support systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (2 (105)), 37–47. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.203301>
7. Brownlee, J. (2011). *Clever algorithms: nature-inspired programming recipes*. LuLu, 441.
8. Gorokhovatsky, V., Stiahlyk, N., Tsarevska, V. (2021). Combination method of accelerated metric data search in image classification problems. *Advanced Information Systems*, 5 (3), 5–12. doi: <http://doi.org/10.20998/2522-9052.2021.3.01>
9. Meleshko, Y., Driciev, O., Dricieva, H. (2020). Method of identification bot profiles based on neural networks in recommendation systems. *Advanced Information Systems*, 4 (2), 24–28. doi: <http://doi.org/10.20998/2522-9052.2020.2.05>
10. Dasgupta, D., Nino, F. (2008). *Immunological computation: theory and applications*. CRC press, 277. doi: <http://doi.org/10.1201/9781420065466>
11. Celada, F., Seiden, P. E. (1992). A computer model of cellular interactions in the immune system. *Immunology Today*, 13 (2), 56–62. doi: [http://doi.org/10.1016/0167-5699\(92\)90135-t](http://doi.org/10.1016/0167-5699(92)90135-t)
12. Chan-Tin, E., Heorhiadi, V., Hopper, N., Kim, Y. (2011). The frog-boiling attack: Limitations of secure network coordinate systems. *ACM Transactions on Information and System Security*, 14 (3), 1–23. doi: <http://doi.org/10.1145/2043621.2043627>
13. Hofmeyr, S. A., Forrest, S. (2000). Architecture for an Artificial Immune System. *Evolutionary Computation*, 8 (4), 443–473. doi: <http://doi.org/10.1162/106365600568257>
14. Kim, S. S., Reddy, A. L. N. (2008). Statistical Techniques for Detecting Traffic Anomalies Through Packet Header Data. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 16 (3), 562–575. doi: <http://doi.org/10.1109/tnet.2007.902685>
15. Barford, P., Kline, J., Plonka, D., Ron, A. (2002). A signal analysis of network traffic anomalies. *Proceedings of the Second ACM SIGCOMM Workshop on Internet Measurement – IMW '02*, 71–82. doi: <http://doi.org/10.1145/637201.637210>

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.252712

ANALYSIS OF THE INERTIA TENSOR OF AUTONOMOUS MOBILE ROBOT

pages 36–40

Natalja Ashhepkova, PhD, Associate Professor, Department of Mechanotronics, Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine, e-mail: ashhepkovanatalya@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1870-1062>

The object of research is the inertia tensor of an autonomous mobile robot (AMR) with a manipulator with different configurations of their mutual position. As an example of the AMR design of a changing configuration, an all-wheel drive four-wheeled platform with a manipulator is considered, consisting of a docking disk rotating around a vertical axis and rod links of the arm connected by rotational kinematic pairs of the fifth class. The mass of moving structural elements, i. e., a manipulator with a load, is 10–20 % of the mass of the robot platform. Let's consider that the links of the manipulator and the platform are absolutely rigid and homogeneous bodies with a constant density; let's neglect the mass of kinematic pairs. The next step in the analysis of the AMR inertia tensor of a changing configuration can be a study taking into account the elastic properties of the manipulator links, the uneven distribution of the masses of the platform, and the characteristics of the kinematic pairs.

The dependence of the values of the elements of the AMR inertia tensor of a changing configuration on the values of the generalized coordinates of the moving elements of the structure and the ratio of the mass of the platform and the mass of the moving elements of the structure has been studied. The analysis of the inertia tensor of the AMR with a manipulator at different configurations of their mutual position showed that the values of the centrifugal moments of inertia of the

system during the relative motion of the manipulator are commensurate with the value of the axial moments of inertia of the system, even if the mass of the moving structural elements is less than 10 % of the mass of the platform. In most existing AMRs, the mass of moving structural elements is up to 20 % of the platform mass, therefore, in the general case, the inertia tensor of such a system should be taken as off-diagonal and non-stationary. In the future, this will make it possible to refine the equation of dynamics, take into account the relationship of control channels, simulate the movement of AMR of a changing configuration, and optimize energy costs.

Since AMR with the manipulator is an example of the «changing AMR» object class, the results obtained can be applied to all objects of this class.

Keywords: autonomous mobile robot, manipulator, moment of inertia, off-diagonal and non-stationary inertia tensor.

References

- Lopota, A., Spassky, B. (2020). Mobile ground-based robot systems for professional use. *Robotics and Technical Cybernetics*, 8 (1), 5–17. doi: <http://doi.org/10.31776/rtcj.8101>
- Tsarichenko, S., Antokhin, E., Chernova, P., Dementey, V. (2020). The state and problems of standardization and unification of military ground robot systems. *Robotics and Technical Cybernetics*, 8 (1), 18–23. doi: <https://doi.org/10.31776/rtcj.8102>
- Ermolov, I. L., Khripunov, S. P., Blagodariashev, I. V., Khripunov, S. S. (2017). Tipovaia strukturno-funktsionalnaia skhema robototekhnicheskikh kompleksov voennogo naznacheniia. *Informatsionno-izmeritelnie i upravliaiushchie sistemi*, 15 (6), 4–9. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29712433>
- Stravopodis, N. A., Katrantzis, L., Moulitanitis, V. C., Valsamos, C., Aspragathos, N. A.; Zeghloul, S., Laribi, M. A., Sebastian, J., Arevalo, S. (Eds.) (2020). Evaluation of Serial Metamorphic Manipulator Structures Considering Inertia Characteristics. *Advances in Service and Industrial Robotics*. Cham: Springer, 574–587. doi: http://doi.org/10.1007/978-3-030-48989-2_61
- Wang, Y., Dehio, N., Kheddar, A. (2022). On Inverse Inertia Matrix and Contact-Force Model for Robotic Manipulators at Normal Impacts. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 1–1. doi: <http://doi.org/10.1109/lra.2022.3145967>
- Ashchepkova, N. S. (2013). *Modeli i metod rozrakhunku vytrat enerhii na upravlinnia kutovym rukhom kosmichnogo aparatu zminiuvanoj konfihuratsii*. Kharkiv: NAU KhAI, 187.
- Fan, Y., Jing, W. (2021). Inertia-free appointed-time prescribed performance tracking control for space manipulator. *Aerospace Science and Technology*, 117, 106896. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ast.2021.106896>
- Rubtsov, V. I., Mashkov, K. J., Kononov, K. V. (2021). Multi-Level Control System for an Intelligent Robot that is Part of a Group. *Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie*, 22 (11), 610–615. doi: <http://doi.org/10.17587/mau.22.610-615>
- Kurochkin, S. Y., Tachkov, A. A. (2021). Methods of Formation Control for a Group of Mobile Robots (a Review). *Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie*, 22 (6), 304–312. doi: <http://doi.org/10.17587/mau.22.304-312>
- Kenzin, M., Bychkov, I., Maksimkin, N. (2020). Coordinated Recharging of Heterogeneous Mobile Robot Teams during Continuous Large Scale Missions. *2020 7th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT)*, 745–750. doi: <http://doi.org/10.1109/codit49905.2020.9263974>
- Berezin, L. M., Koshel, S. O. (2019). *Teoretychna mekhanika*. Kyiv: Tsentr navchalnoi literatury, 218.
- Iurevich, E. I. (2017). *Osnovy robototekhniki*. Saint Petersburg: BKHV-Peterburg, 304.

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.253143

DEVELOPMENT OF A METHOD OF MULTI-CRITERIA EVALUATION UNDER UNCERTAINTY

pages 41–45

Oleg Sova, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Head of Department of Automated Control Systems, Military Institute of Telecommunications and Information Technologies named after Heroes of Kruty, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7200-8955>, e-mail: soy_135@ukr.net

Andrii Shyshatskyi, PhD, Senior Researcher, Senior Researcher Fellow, Research Department of Electronic Warfare Development, Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6731-6390>

Oleksii Nalapko, PhD, Senior Researcher Fellow, Research Laboratory of Research Automation, Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3515-2026>

Halyna Marchenko, Postgraduate Student, Department of Finance and Banking, Poltava University of Economics and Trade, Poltava, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2701-6518>

Oleksandr Trotsko, PhD, Associate Professor, Department of Automated Control Systems, Military Institute of Telecommunications and Information Technologies named after Heroes of Kruty, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7535-5023>

Oleksandr Symonenko, PhD, Senior Lecturer, Department of Automated Control Systems, Military Institute of Telecommunications and Information Technologies named after Heroes of Kruty, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8511-2017>

Dmytro Merkotan, Lecturer, Department of Automated Control Systems, Military Institute of Telecommunications and Information Technologies named after Heroes of Kruty, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1425-9948>

Anna Lyashenko, Researcher, Scientific Center, Military Institute of Telecommunications and Information Technologies named after Heroes of Kruty, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5318-8663>

Oksana Havryliuk, Researcher, Scientific Center, Military Institute of Telecommunications and Information Technologies named after Heroes of Kruty, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8694-7251>

Vira Velychko, Lecturer, Department of Automated Control Systems, Military Institute of Telecommunications and Information Technologies named after Heroes of Kruty, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9654-4560>

The object of research is decision-making support systems. Local wars and armed conflicts of recent decades are characterized by high dynamics of operations (combat operations) and a significant amount of diverse information circulating in

information systems. These features determine the search for new approaches to increase the efficiency of decision-making support systems, given their reliability. This article solves the problem of developing a method of multicriteria evaluation in conditions of uncertainty.

In the course of the research, the authors used the main provisions of the theory of artificial intelligence, automation theory, theory of complex technical systems and general scientific methods of cognition, namely analysis and synthesis. The proposed methodology was developed taking into account the practical experience of the authors of this work during the military conflicts of the last decade. The method of multicriteria evaluation is universal and can be used to assess the state of the objects of analysis of any architecture. The results of the research will be useful in:

- development of new control algorithms in decision-making support systems;
- substantiation of recommendations for improving the efficiency of operational management;
- analysis of analysis (monitoring) objects in the course of hostilities (operations);
- creation of perspective technologies to increase the efficiency of operational management;
- assessment of the adequacy, reliability, sensitivity of the scientific and methodological apparatus of operational management in decision-making support systems;
- development of new and improvement of existing management models.

Areas of further research will be aimed at developing a methodology for intelligent management in special-purpose decision-making support systems.

Keywords: decision-making support systems, operational management, data transmission systems, multicriteria evaluation.

References

1. Shyshatskyi, A. V., Bashkyrov, O. M., Kostyna, O. M. (2015). Rozvytok integrovanykh system zviazku ta peredachi danykh dlia potreb Zbroinykh Syl. *Naukovo-tekhnichnyi zhurnal «Ozbroien- nia ta viiskova tekhnika», 1 (5)*, 35–40.
2. Tymchuk, S. (2017). Methods of Complex Data Processing from Technical Means of Monitoring. *Path of Science, 3 (3)*, 4.1–4.9. doi: <http://doi.org/10.22178/pos.20-4>
3. Sokolov, K. O., Hudyma, O. P., Tkachenko, V. A., Shyiatyi, O. B. (2015). Osnovni napriamy stvorennia IT-infrastruktury Ministerstva oborony Ukrainy. *Zbirnyk naukovykh prats Tsentru voienno-stratehichnykh doslidzhen, 3 (6)*, 26–30.
4. Shevchenko, D. (2020). The set of indicators of the cyber security system in information and telecommunication networks of the Armed Forces of Ukraine. *Suchasni Informatsiini Tekhnolohii u Sferi Bezpeky ta Oborony, 38 (2)*, 57–62. doi: <http://doi.org/10.33099/2311-7249/2020-38-2-57-62>
5. Makarenko, S. I. (2017). Prospects and Problems of Development of Communication Networks of Special Purpose. *Systems of Control, Communication and Security, 2*, 18–68. Available at: <http://sccs.intelgr.com/archive/2017-02/02-Makarenko.pdf>
6. Zuiev, P., Zhyvotovskiy, R., Zvieriev, O., Hatsenko, S., Kuprii, V., Nakonechnyi, O. et. al. (2020). Development of complex methodology of processing heterogeneous data in intelligent decision support systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (9 (106))*, 14–23. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.208554>
7. Brownlee, J. (2011). *Clever algorithms: nature-inspired programming recipes*. LuLu, 441.
8. Gorokhovatsky, V., Stiahlyk, N., Tsarevska, V. (2021). Combination method of accelerated metric data search in image classification problems. *Advanced Information Systems, 5 (3)*, 5–12. doi: <http://doi.org/10.20998/2522-9052.2021.3.01>
9. Meleshko, Y., Drieiev, O., Drieieva, H. (2020). Method of identification bot profiles based on neural networks in recommendation systems. *Advanced Information Systems, 4 (2)*, 24–28. doi: <http://doi.org/10.20998/2522-9052.2020.2.05>
10. Rybak, V. A., Shokr, A. (2016). Analysis and comparison of existing decision support technology. *System analysis and applied information science, 3*, 12–18.

**INFORMATION TECHNOLOGIES**

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.251281

ТЕОРЕТИЧНА РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ У ВИГЛЯДІ ДЕРЕВА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ВИБОРУ ЕФЕКТИВНОГО ТИПУ СХОВИЩА ВЕЛИКИХ НАБОРІВ ДАНИХ сторінки 6–9**Материкська С. В., Яременко В. С., Рогоза В. С.**

Об'єктом дослідження є методи та підходи щодо підвищення ефективності зберігання та оптимізації доступу до великих обсягів даних. Важливість даного дослідження полягає в широкому поширенні великих даних та необхідності правильного підбору технологій, що допоможе покращити ефективність систем обробки великих даних. Складність вибору викликає значна кількість різних сховищ та баз даних, тому для прийняття найкращого рішення необхідне глибоке розуміння переваг, недоліків та особливостей кожного з них. А також складність полягає у відсутності універсального алгоритму для прийняття рішень про вибір оптимального сховища даних. Відповідно, на основі проведених експериментів, аналізу існуючих проєктів та наукових праць було запропоновано алгоритм ухвалення рішень, що визначає найкращий спосіб зберігання великих даних, залежно від їх характеристик та додаткових вимог до системи. Це необхідно для спрощення проєктування системи на початкових етапах проєктів, пов'язаних з обробкою великих даних. Таким чином, шляхом виокремлення ключових відмінностей, а також недоліків та переваг кожного з типів сховищ та баз, створено список основних характеристик даних та майбутньої системи, що варто взяти до уваги при її проєктуванні.

Розроблений алгоритм є теоретичною пропозицією на основі вивчених наукових робіт. Відповідно, використовуючи даний алгоритм на етапі проєктування системи, можна було б швидко та чітко визначити оптимальний тип сховища великих обсягів даних. В роботі розглянуто колонково-орієнтовані, документно-орієнтовані, графові та типу ключ-значення бази даних, а також розподілені файлові системи та хмарні сервіси.

Ключові слова: великі набори даних, нереляційна база даних, колонково-орієнтована база даних, документно-орієнтована база даних.

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.252695

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗДАТНОСТІ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДО КОНЦЕПЦІЇ ТРАНСФЕРНОГО НАВЧАННЯ сторінки 10–13**Хоцянівський В. П.**

Об'єктом дослідження є здатність комбінувати попередньо навчену модель глибинної нейронної мережі прямого поширення з даними користувача при їх використанні в задачах визначення класу одного об'єкта на зображенні. Тобто розглянуто процеси трансферного навчання в згорткових нейронних мережах в задачах класифікації. Проведені дослідження базуються на застосуванні методу порівняння теоретичних та практичних результатів, отриманих при навчанні згорткових нейронних мереж. Основним завданням даного дослідження було провести два різних процеси навчання. Традиційне навчання, під час якого на кожному етапі навчання відбувається коригування значень всіх ваг кожного шару мережі, після чого відбувається процес навчання нейронної мережі на вибірці даних, представлених зображеннями. Другим процесом є навчання з використанням методів трансферного навчання, коли при ініціалізації наперед навченої мережі «заморожують» ваги всіх її шарів за винятком останнього повнозв'язного шару. Цей шар буде замінено на новий з числом виходів, що повинно дорівнювати кількості класів у досліджуваній вибірці. Після чого ініціалізувати його параметри випадковими значеннями, розподіленими за нормальним законом. І тоді провести навчання такої згорткової нейронної мережі на заданій вибірці. Коли навчання було проведено – отримані результати пройшли процес порівняння. Як висновок, навчання згорткової нейронної мережі із застосуванням методів трансферного навчання може бути застосовано до різних завдань класифікації, починаючи з цифр та закінчуючи космічними об'єктами (зорями та квазарами). Причому такий вид навчання є більш ефективним при значно менших часових витратах. Досить важливим є також обсяг комп'ютерних ресурсів, що витрачаються на дослідження. Так як не всяку модель згорткової нейронної мережі можна повністю навчити, не маючи при цьому потужних комп'ютерних систем та великої кількості зображень в навчальній вибірці.

Ключові слова: нейронні мережі, трансферне навчання, згорткові нейронні мережі, обсяг комп'ютерних ресурсів.

SYSTEMS AND CONTROL PROCESSES

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.252297

ПРОЦЕДУРА ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ РЕЄСТРАЦІЇ *GAMBUSIA SP.* ІНТРОДУКОВАНОЇ У ВОДОЙМІ ДЛЯ БОРОТЬБИ З МАЛЯРІЄЮ сторінки 14–18**Висоцька О. В., Носов К. В., Гноєвий І. В., Порвах А. П., Рисована Л. М., Довнар О. Й., Бабаков М. Ф., Каленіченко М. С.**

Об'єктом дослідження є процедура обробки цифрових зображень для дистанційної реєстрації *Gambusia sp.*, інтродукованої у водоймища для боротьби з малярією, яка загрожує не лише Африканському регіону, а й іншим широтам світу. Одним з найбільш проблемних місць є елімінація маскуючого ефекту біологічного об'єкта в умовах завод (наприклад, каламутність води), які ускладнюють розпізнавання *Gambusia sp.* на цифрових зображеннях, отриманих з борта легких дронів.

В ході дослідження використовувалися підходи, які дозволяють розбити цифрове зображення на сегменти та субсегменти з подальшим визначенням співвідношень колориметричних параметрів RGB-моделі ділянки дна. Також використовувався дисперсійний та кореляційний аналізи середніх значень та значень середнього квадратичного відхилення параметрів RGB-моделі. Середнє квадратичне відхилення розглядалося як міра різноманітності колориметричних параметрів у забарвленні біологічного об'єкта.

Запропонована процедура дозволила виявити негативну помірну кореляцію між переважанням зелених та жовто-оранжево-червоних фітопігментів у динаміці Маргалефової моделі сукцесії фітоценозів у місцях інтродукції та проживання *Gambusia sp.*

Це пов'язано з тим, що екранування ділянок фітоценозів особинами *Gambusia sp.* знаходить своє відображення у характері відносин колориметричних параметрів RGB-моделі ділянки дна, а саме впливають на кореляцію між середніми значеннями параметрів $G/(R+G+B)$ та R/G , або між середнім значенням та середнім квадратичним відношенням параметра $G/(R+G+B)$. Завдяки цьому забезпечується можливість використання для контролю інтродукції *Gambusia sp.* у регіонах, що страждають від малярії, широкого асортименту легких дронів з дистанційною фотофіксацією порівняно низької якості. Реалізація цих можливостей вимагатиме багато менших матеріальних витрат та невеликої кількості персоналу, ніж підводна відеозйомка та інші відомі коштовні способи дослідження іхтіофауни малих водойм в умовах завад. Йдеться і про реєстрацію результатів інтродукції *Gambusia sp.* у такі водоймища для боротьби з малярією.

Ключові слова: процедура обробки зображень, дистанційна реєстрація зображення, боротьба з малярією, безпілотний летальний апарат.

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.252336

КОНТРОЛЬ ТА РЕГУЛЮВАННЯ ГУСТИНИ ТЕХНІЧНИХ РІДИН ПІД ЧАС ЇХ ПЕРЕВЕЗЕННЯ МОРСЬКИМИ СПЕЦІАЛІЗОВАНИМИ СУДНАМИ сторінки 19–25

Мар'янов Д. М.

Об'єктом дослідження є процес транспортування бурильної суспензії спеціалізованими морськими суднами класу Platform Supply Vessels. Предметом дослідження є седиментаційна стійкість бурильної суспензії за висотою вантажного танку, яку запропоновано визначати як відносну зміну вертикальної густини поблизу поверхні та донної частини вантажного танку. Дослідження виконувались на спеціалізованому морському судні водотоннажністю 7320 тонн. Конструкція судна забезпечувала приймання та транспортування бурильної суспензії у чотирьох вантажних танках, попарно розташованих на лівому та правому борту судна.

Експериментально встановлено, що під час 48-годинного транспортування відбувається: збільшення густини бурильної суспензії в донній частині до 19,7 %; зменшення густини на поверхні – до 7,8 %; зниження седиментаційної стійкості бурильної суспензії за глибиною вантажного танку – до 29,85 %. Запропоновано варіант модернізації системи транспортування бурильної суспензії шляхом встановлення додаткових циркуляційних насосів, що забезпечують примусову циркуляцію бурильної суспензії між вантажними танками. Шляхом використання програмованих мікроконтролерів (які виконують увімкнення/вимкнення циркуляційних насосів) можливе забезпечення наступних умов транспортування бурильної суспензії: збільшення густини бурильної суспензії в донній частині до 0,3 %; зменшення густини на поверхні – до 0,25 %; зниження седиментаційної стійкості бурильної суспензії за глибиною вантажного танку – до 8,01 %. Експериментально встановлено, що створення додаткової циркуляції та автоматична підтримка седиментаційної стійкості бурильної суспензії в діапазоні 2–7 % сприяє:

- підвищенню відносної продуктивності вантажних насосів від значень 38–55 % до 92–96 %;
- зниженню часу перекачування бурильної суспензії з вантажних танків на бурову платформу від 7,1 до 3,2 годин;
- підтримці технічного стану обладнання, трубопроводів та елементів системи транспортування та перекачування бурильної суспензії.

Ключові слова: спеціалізоване морське судно, густина бурильної суспензії, система транспортування, седиментаційна стійкість.

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.251505

РОЗРОБКА МЕТОДІВ ФОРМУВАННЯ ІНФРАСТРУКТУРИ ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛІВ ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАНЗИТНИХ ТА ЕКСПОРТНИХ ВАНТАЖОПОТОКІВ сторінки 26–30

Грицук О. К., Петриш А. В., Єрмо Я. В.

Скоординований розвиток зовнішньоекономічних зв'язків та збільшення обсягів міжнародної торгівлі є головними факторами успішного соціально-економічного зростання держави. А з метою забезпечення конкурентоздатності вітчизняної продукції на світовому ринку першочерговими чинниками виступають інтенсифікація інноваційної діяльності виробничих структур та оптимальне використання національних ресурсів. Об'єктом дослідження в роботі є процеси формування інфраструктури митно-логістичних систем з урахуванням оцінки конкурентоздатності транспортних послуг. Зазначені результати залежать від ресурсного забезпечення процесів обслуговування імпортно-експортних та транзитних вантажопотоків.

У ході проведеного у роботі дослідження використано наступні методи: метод факторного аналізу використання інфраструктури транспортних систем; математичний апарат теорії прийняття рішень; методи імітаційного моделювання розвитку інтеграційних процесів для розрахунків інтегральних показників. Визначені закономірності організації зовнішньоторговельних поставок транзитних та експортних вантажів, як основа для створення ефективної системи управління митно-логістичними процесами та розроблена методологія якісного транспортного обслуговування на прикладі зернових вантажопотоків. Розроблено метод формування інфраструктури транспортних вузлів для обслуговування вантажопотоків на основі економічного аналізу розвитку інтеграційних процесів у вигляді взаємодії структурних елементів виробничих систем та їх взаємозв'язків. Виконана робота надала можливість розробити модель інтенсивного використання існуючої та перспективної інфраструктури транспортних систем та провести багатоваріантні розрахунки визначення обсягів ресурсного забезпечення організації зовнішньоторговельних поставок на підставі сформованого попиту.

Проведене дослідження спрямоване на одержання нових знань про закономірності підвищення ефективності митно-логістичного обслуговування зовнішньоторговельних вантажопотоків у міжнародних виробничих структурах. В ході дослідження проведена апробація розробленої методики щодо формування та оптимізації інфраструктури транспортних вузлів в системах управління виробничими процесами міжнародного спрямування.

Ключові слова: транспортна інфраструктура, митно-логістичне обслуговування, транспортно-виробничі системи, інтеграційні процеси, транспортні вузли, технологічні характеристики.

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.251918

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ РАДІОРЕСУРСОМ СИСТЕМ РАДІОЗВ'ЯЗКУ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ОСНОВІ ЕВОЛЮЦІЙНОГО ПІДХОДУ сторінки 31–36**Шишацький А. В., Овчинник В. А., Момотов А. В., Протас Н. М., Соломаха А. О.**

Об'єктом дослідження є система радіозв'язку спеціального призначення. На систему радіозв'язку спеціального призначення впливають багато різних деструктивних впливів. Найголовнішими з них є навмисні завади та кібернетичний вплив різноманітного цільового призначення. Зазначене обумовлює пошук нових наукових підходів з виявлення та ідентифікації деструктивного впливу на системи радіозв'язку спеціального призначення для підвищення оперативності функціонування систем радіозв'язку спеціального призначення. У даній роботі вирішено завдання з розробки математичної моделі управління радіоресурсом систем радіозв'язку спеціального призначення на основі еволюційного підходу.

В ході проведеного дослідження авторами роботи були використані основні положення теорії штучного інтелекту, теорії автоматизації, теорії складних технічних систем, а також загальнонаукові методи пізнання, а саме аналізу та синтезу. Запропонований методичний підхід був розроблений з урахуванням практичного досвіду авторів зазначеної роботи в ході військових конфліктів останнього десятиріччя.

Результати дослідження стануть у нагоді при:

- розробці нових алгоритмів управління радіоресурсом;
- обґрунтуванні рекомендацій щодо підвищення ефективності оперативного управління радіоресурсом;
- аналізі радіоелектронної обстановки в ході ведення бойових дій (операцій);
- при створенні перспективних технологій підвищення ефективності оперативного управління радіоресурсом;
- оцінці адекватності, достовірності, чутливості науково-методичного апарату оперативного управління радіоресурсом;
- розробці нових та удосконаленні існуючих моделей управління радіоресурсом.

Напрямки подальших досліджень будуть спрямовані на розробку методології інтелектуального управління радіоресурсом систем радіозв'язку спеціального призначення.

Ключові слова: системи радіозв'язку, радіоелектронне подавлення, системи передачі даних, управління радіоресурсом, оперативне управління.

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.252712

АНАЛІЗ ТЕНЗОРУ ІНЕРЦІЇ АУТОНОМНОГО МОБІЛЬНОГО РОБОТА сторінки 36–40**Ащепкова Н. С.**

Об'єктом дослідження є тензор інерції автономного мобільного робота (АМР) з маніпулятором при різній конфігурації їх взаємного положення. Як приклад конструкції АМР змінюваної конфігурації розглянуто повнопривідну чотириколісну платформу з маніпулятором, який складається зі стикувального диску, що обертається навколо вертикальної вісі, та стрижневих ланок руки, з'єднаних ротаційними кінематичними парами п'ятого класу. Маса рухливих елементів конструкції, тобто маніпулятора з вантажем становить 10–20 % від маси платформи робота. Вважаємо, що ланки маніпулятора та платформа – абсолютно тверді та однорідні тіла зі сталою щільністю; масою кінематичних пар нехтуємо. Наступним кроком при аналізі тензору інерції АМР змінюваної конфігурації може стати дослідження з врахуванням пружних властивостей ланок маніпулятора, нерівномірності розподілу мас платформи та характеристик кінематичних пар.

Досліджено залежність значень елементів тензору інерції АМР змінюваної конфігурації від значень узагальнених координат рухливих елементів конструкції та від співвідношення маси платформи й маси рухливих елементів конструкції. Проведений аналіз тензору інерції АМР із маніпулятором при різній конфігурації їх взаємного положення показав, що значення відцентрових моментів інерції системи при відносному русі маніпулятора сумірні значенням осьових моментів інерції системи, навіть, якщо маса рухомих елементів конструкції менша, ніж 10 % маси платформи. У більшості існуючих АМР маса рухливих елементів конструкції становить до 20 % маси платформи, тому в загальному випадку тензор інерції такої системи потрібно приймати недиагональним і нестационарним. У подальшому це дозволить уточнити рівняння динаміки, врахувати взаємозв'язок каналів керування, виконати моделювання руху АМР змінюваної конфігурації та оптимізувати енерговитрати.

Оскільки АМР з маніпулятором є прикладом класу об'єктів «АМР змінюваної конфігурації», то отримані результати можна застосовувати до всіх об'єктів цього класу.

Ключові слова: автономний мобільний робот, маніпулятор, момент інерції, недиагональний та нестационарний тензор інерції.

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.253143

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ сторінки 41–45**Сова О. Я., Шишацький А. В., Налалко О. Л., Марченко Г. І., Троцько О. О., Симошенко О. А., Меркотан Д. Ю., Ляшенко Г. Т., Гаврилюк О. Г., Величко В. П.**

Об'єктом дослідження є системи підтримки прийняття рішень. Локальні війни та збройні конфлікти останніх десятиріч характеризуються високою динамічністю операцій (бойових дій) та значним обсягом різноманітної інформації, що циркулює в інформаційних системах. Зазначені особливості обумовлюють пошук нових підходів для підвищення оперативності прийняття рішень особами, що їх приймають, при заданій їх достовірності. У даній роботі вирішено завдання з розробки методики багатокритеріального оцінювання в умовах невизначеності.

В ході проведеного дослідження авторами роботи були використані основні положення теорії штучного інтелекту, теорії автоматизації, теорії складних технічних систем, а також загальнонаукові методи пізнання, а саме аналізу та синтезу. Запропонована методика була розроблена з урахуванням практичного досвіду авторів зазначеної роботи в ході воєнних конфліктів останнього десятиріччя.

десятиріччя. Методика багатокритеріального оцінювання є універсальною та може бути використана для оцінювання стану об'єктів аналізу довільної архітектури. Результати дослідження стануть у нагоді при:

- розробці нових алгоритмів управління в системах підтримки прийняття рішень;
- обґрунтуванні рекомендацій щодо підвищення ефективності оперативного управління;
- аналізі об'єктів аналізу (моніторингу) в ході ведення бойових дій (операцій);
- створенні перспективних технологій підвищення ефективності оперативного управління;
- оцінці адекватності, достовірності, чутливості науково-методичного апарату оперативного управління в системах підтримки прийняття рішень;
- розробці нових та удосконаленні існуючих моделей управління.

Напрямки подальших досліджень будуть спрямовані на розробку методології інтелектуального управління в системах підтримки прийняття рішень спеціального призначення.

Ключові слова: системи підтримки прийняття рішень, оперативне управління, системи передачі даних, багатокритеріальна оцінка.