



INFORMATION TECHNOLOGIES

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.232788

MATHEMATICAL MODELING AND ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF TERRITORIAL COMMUNITIES

pages 6–12

Roman Bihun, Postgraduate Student, Department of Information Systems and Networks, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine, e-mail: bigunroman@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4363-4532>

Vasyl Lytvyn, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Information Systems and Networks, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine, e-mail: vasyll17.lytvyn@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9676-0180>

Nazar Oleksiv, Department of Information Systems and Networks, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine, e-mail: naoleksiv@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7821-3522>

This article examines the problems of the development of united territorial communities, in particular, unemployment and economic problems. The object of the research is the improvement of territorial communities on the example of the Lviv region (Ukraine). One of the most problematic areas is the fact that communities, in most cases, do not have enough funds to solve economic and other problems.

The study uses the idea of the need to create self-sufficient communities with a sufficient number of financial instruments for their own development. The mathematical model of the decision support system for the development of territorial communities using the agro-industrial sector is also considered. An important step in building a mathematical model of the agro-industrial complex is taking into account the specifics of agriculture. The paper considers a mathematical model of linear and multifactorial regression, which describes the relationship between the amount of resources expended and the volume of output. Since the processes in the economy and production processes in agriculture are complex, it is difficult to describe them using only linear deterministic models. A common case is when task variables take some discrete values or values from a specific one. This situation makes the search difficult. To build a mathematical model for the development of territorial communities and study the fact that the development of agro-industry will improve the overall economic situation of the territorial community, correlation and regression analysis, the Farrar-Glauber method and the method of least squares are used. Thanks to the listed instruments, the statement is formed that the regulation of key factors of economic indicators of the agricultural sector can positively affect the growth of the economic component of territorial communities. The created mathematical model clearly forms the conclusion that agriculture in local communities can become an economic engine of community development, taking into account regional conditions.

Keywords: territorial community, mathematical model of the agro-industrial complex, decision support systems, correlation-regression analysis.

References

1. Pro dobrovolne obiednannia terytorialnykh hromad (2015). Zakon Ukrainy No. 157-VIII. 05.02.2015. Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/157-19>
2. Feldmann, A., Foschini, L. (2012). Balanced Partitions of Trees and Applications. *Proceedings of the 29th International Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science*. Paris, 100–111.
3. Alzate, C., Suykens, J. A. K. (2010). Multiway Spectral Clustering with Out-of-Sample Extensions through Weighted Kernel PCA. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine tpami*.2008.292
4. Babaiev, V. (2013). Suchasni pidkhody do zberihannia ta naroshchennia resursnoho potentsialu terytorialnoi hromady. *Publichne upravlinnia: teoriia ta praktyka*, 2, 199–203. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pubupr_2013_2_34
5. Slobodyanyuk, N. O., Konina, M. O. (2016). The problems of local budgets' revenues formation in conditions of financial decentralization. *Ekonomka i suspilstvo*, 2, 611–616. Available at: https://economyandsociety.in.ua/journals/2_ukr/109.pdf
6. Krainyk, O. P. (2020). Financial stimulation of the territorial community development. *Efficiency of Public Administration*, 1 (62 (2)), 203–212. doi: <http://doi.org/10.33990/2070-4011.62.2020.205832>
7. Borbasova, Z. N. (2020). Improvement of regional development using current and strategic territorial management mechanisms. *Bulletin of the karaganda university. Economy series*, 100 (4), 114–121. doi: <http://doi.org/10.31489/2020ec4/114-121>
8. Lonska, J. (2021). The Application of Pluralistic Territorial Development Paradigm in Assessment of Territorial State of Development: the Case Study of Latvian Regions. *Regional Formation and Development Studies*, 18 (1), 87–99. doi: <http://doi.org/10.15181/rfds.v18i1.1249>
9. Filippetti, A., Sacchi, A. (2013). Varieties of decentralization, institutional complementarities, and economic growth: evidence in OECD countries. *54 Conferenza SIE*. doi: <http://doi.org/10.2139/ssrn.2291053>
10. Oates, W. E. (2006). *On the Theory and Practice of Fiscal Decentralization*. IFIR Working Paper Series, 5.
11. Thoening, J. C. (2006). Modernizing Sub-National Government in France: Institutional Creativity and Systemic Stability. *State and local government reforms in France and Germany: divergence and convergence*. Wiesbaden: Springer, 38–58. doi: http://doi.org/10.1007/978-3-531-90271-5_2
12. Brovina, T. (2006). *Teoriya ekonomicheskogo analiza*. Arkhangel'sk: AGTU, 149.
13. *Silske, lisove ta rybne hospodarstvo. Holovne upravlinnia statystyky u Lvivskii oblasti*. Available at: http://www.lv.ukrstat.gov.ua/ukr/themes/04/theme_04.php?code=04
14. *Publikatsiia dokumentiv Derzhavnoi Sluzhby Statystyky Ukrainy. Derzhavna statystyka Ukrainy*. Available at: https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2013/rp/zn_ed_reg/zn_ed_reg_u/arch_zn_ed_u.htm
15. Orlova, I., Polovnikov, V. (2011). *Ekonomiko-matematicheskie metody i modeli: kompyuternoe modelirovanie*. Moscow: Vuzovskiy uchebnyk, 389.
16. Tsehelyk, H. (2011). *Osnovy ekonometrii*. Lviv: LNU imeni Ivana Franka, 133.
17. Kovalova, I. L. et. al. (2019). *Ekonometriia*. Odessa: ODABA, 423.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.232810

DEVELOPMENT OF FUNCTIONALITIES EXTENSION APPROACH AND IMPLEMENTATION OF ADDRESS ROUTING FOR IFOGSIM BASED SIMULATORS

pages 13–18

Ruslan Borysov, Department of System Design, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: yaneoyeah@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9072-4920>

The object of research is an approach of functionality extension for simulation toolkits based on iFogSim. It is assumed by the native approach that enhancement of functionalities should be achieved by inheriting the fog device class and defining new features in its body. However, this approach makes it impossible to use inherited simulators together and significantly decreases flexibility even when utilizing a single simulator. Another problem related exclusively to iFogSim is a specific communication scheme between application modules, which results in data routing limitations in fog architectures and odd data streams taken into account.

This paper introduces an alternative extension approach incorporating a peculiar inheritance scheme which tries to reconsider the standard approach from a behavioral design patterns point of view. The key feature of the suggested approach is an extraction of fog device features from the native class into separate behavioral classes. Meanwhile, the designed inheritance scheme allows to flexibly override and combine behaviors. According to the approach principles the developed simulator extends iFogSim with application modules addressing capabilities solving limitations, along with implementing users' mobility and dynamic wireless connectivity as it is done in MobFogSim. With the aim to check its correctness, the designed toolkit was validated with the standard for iFogSim case study of «EEG Tractor Beam game» application. The validation included four scenarios. In the first two scenarios the features of users' mobility and dynamic base station connectivity were validated. And in the next scenarios that utilized address routing the obtained delay and network usage values were compared with theoretically calculated ones. The validation results indicated the correct simulator behavior, and introduced functionalities extension approach, being more complex in comparison with the inactive one, can significantly improve flexibility of the simulator.

Keywords: iFogSim extension, address routing, MobFogSim, fog computing simulation, behavioral design patterns.

References

- Calheiros, R., Ranjan, R., De Rose, C., Buyya, R. (2009). *Cloud-Sim: A Novel Framework for Modeling and Simulation of Cloud Computing Infrastructures and Services*. Eprint. Available at: <https://arxiv.org/abs/0903.2525>
- Gupta, H., Vahid Dastjerdi, A., Ghosh, S. K., Buyya, R. (2017). iFogSim: A toolkit for modeling and simulation of resource management techniques in the Internet of Things, Edge and Fog computing environments. *Software: Practice and Experience*, 47 (9), 1275–1296. doi: <http://doi.org/10.1002/spe.2509>
- Puliafito, C., Gonçalves, D. M., Lopes, M. M., Martins, L. L., Madeira, E., Mingozi, E. et. al. (2020). MobFogSim: Simulation of mobility and migration for fog computing. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 101, 102062. doi: <http://doi.org/10.1016/j.simpat.2019.102062>
- Bittencourt, L. F., Diaz-Montes, J., Buyya, R., Rana, O. F., Parashar, M. (2017). Mobility-Aware Application Scheduling in Fog Computing. *IEEE Cloud Computing*, 4 (2), 26–35. doi: <http://doi.org/10.1109/mcc.2017.27>
- Mehran, N., Kimovski, D., Prodan, R. (2019). MAPO: A Multi-Objective Model for IoT Application Placement in a Fog Environment. *Proceedings. 9th International Conference on the Internet of Things*. doi: <http://doi.org/10.1145/3365871.3365892>
- Salama, M., El-khatib, Y., Blair, G. (2019). IoTNetSim: A Modeling and Simulation Platform for End-to-End IoT Services and Networking. *Proceedings. 12th IEEE/ACM International Conference on Utility and Cloud Computing*, 251–261. doi: <http://doi.org/10.1145/3344341.3368820>
- Puliafito, C., Vallati, C., Mingozi, E., Merlino, G., Longo, F., Puliafito, A. (2019). Container Migration in the Fog: A Performance Evaluation. *Sensors*, 19 (7), 1488. doi: <http://doi.org/10.3390/s19071488>
- Brief introduction to Design Patterns. *Kariera Future Processing*. Available at: <https://kariera.future-processing.pl/blog/design-patterns/>
- Weisfeld, M. (2005). Encapsulation vs. Inheritance. *Developer.com*. Available at: <https://www.developer.com/design/encapsulation-vs-inheritance/>
- Assassin4i4ek/altmobfogsim: Extension Approach for iFogSim Based Simulators. Available at: <https://github.com/assassin4i4ek/altmobfogsim>

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.233534

COMPARATIVE ANALYSIS OF APPROACHES TO SOURCE CODE VULNERABILITY DETECTION BASED ON DEEP LEARNING METHODS

pages 19–23

Yevhenii Kubiuk, Department of System Design, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: eugen.kubiuk@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7086-0976>

Gennadiy Kyselov, PhD, Department of System Design, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: g.kyselov@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2682-3593>

The object of research of this work is the methods of deep learning for source code vulnerability detection. One of the most problematic areas is the use of only one approach in the code analysis process: the approach based on the AST (abstract syntax tree) or the approach based on the program dependence graph (PDG).

In this paper, a comparative analysis of two approaches for source code vulnerability detection was conducted: approaches based on AST and approaches based on the PDG.

In this paper, various topologies of neural networks were analyzed. They are used in approaches based on the AST and PDG. As the result of the comparison, the advantages and disadvantages of each approach were determined, and the results were summarized in the corresponding comparison tables. As a result of the analysis, it was determined that the use of BLSTM (Bidirectional Long Short Term Memory) and BGRU (Bidirectional Gated Linear Unit) gives the best result in terms of problems of source code vulnerability detection. As the analysis showed, the most effective approach for source code vulnerability detection systems is a method that

uses an intermediate representation of the code, which allows getting a language-independent tool.

Also, in this work, our own algorithm for the source code analysis system is proposed, which is able to perform the following operations: predict the source code vulnerability, classify the source code vulnerability, and generate a corresponding patch for the found vulnerability. A detailed analysis of the proposed system's unresolved issues is provided, which is planned to investigate in future researches. The proposed system could help speed up the software development process as well as reduce the number of software code vulnerabilities. Software developers, as well as specialists in the field of cybersecurity, can be stakeholders of the proposed system.

Keywords: AST-based approaches, program dependence graph-based approaches, code analysis.

References

- Prähofer, H., Angerer, F., Ramler, R., Lacheiner, H., Grillenberger, F. (2012). Opportunities and challenges of static code analysis of IEC 61131-3 programs. *Proceedings of 2012 IEEE 17th International Conference on Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA 2012)*. IEEE, 1–8. doi: <http://doi.org/10.1109/etfa.2012.6489535>
- Lee, M., Cho, S., Jang, C., Park, H., Choi, E. (2006). A rule-based security auditing tool for software vulnerability detection. *2006 International Conference on Hybrid Information Technology*. IEEE, 2, 505–512. doi: <http://doi.org/10.1109/ichit.2006.253653>
- Turhan, B., Kocak, G., Bener, A. (2009). Data mining source code for locating software bugs: A case study in telecommunication industry. *Expert Systems with Applications*, 36 (6), 9986–9990. doi: <http://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.12.028>
- Murakami, H., Hotta, K., Higo, Y., Igaki, H., Kusumoto, S. (2013). Gapped code clone detection with lightweight source code analysis. *2013 21st International Conference on Program Comprehension (ICPC)*. IEEE, 93–102. doi: <http://doi.org/10.1109/icpc.2013.6613837>
- Clang: A C Language Family Frontend for LLVM*. Available at: <https://clang.llvm.org/>
- Babelfish. *GitHub*. Available at: <https://github.com/bblfish>
- Büch, L., Andrzejak, A. (2019). Learning-based recursive aggregation of abstract syntax trees for code clone detection. *2019 IEEE 26th International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering (SANER)*. IEEE, 95–104. doi: <http://doi.org/10.1109/saner.2019.8668039>
- Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., Dean, J. (2013). *Efficient estimation of word representations in vector space*. Available at: <https://arxiv.org/abs/1301.3781>
- Bromley, J., Guyon, I., LeCun, Y., Säckinger, E., Shah, R. (1993). Signature verification using a «Siamese» time delay neural network. *Advances in neural information processing systems*, 6, 737–744.
- Hochreiter, S., Schmidhuber, J. (1997). Long Short-Term Memory. *Neural Computation*, 9 (8), 1735–1780. doi: <http://doi.org/10.1162/neco.1997.9.8.1735>
- Dam, H. K., Pham, T., Ng, S. W., Tran, T., Grundy, J., Ghose, A. et. al. (2018). *A deep tree-based model for software defect prediction*. Available at: <https://arxiv.org/abs/1802.00921>
- Guan, Z., Wang, X., Xin, W., Wang, J., Zhang, L. (2020). A survey on deep learning-based source code defect analysis. *2020 5th International Conference on Computer and Communication Systems (ICCCS)*. IEEE, 167–171. doi: <http://doi.org/10.1109/icccs49078.2020.9118556>
- Hochreiter, S. (1998). The Vanishing Gradient Problem During Learning Recurrent Neural Nets and Problem Solutions. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 6 (2), 107–116. doi: <http://doi.org/10.1142/s0218488598000094>
- Zhang, J., Wang, X., Zhang, H., Sun, H., Wang, K., Liu, X. (2019). A novel neural source code representation based on abstract syntax tree. *2019 IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering (ICSE)*. IEEE, 783–794. doi: <http://doi.org/10.1109/icse.2019.00086>
- Allamanis, M., Brockschmidt, M., Khademi, M. (2017). *Learning to represent programs with graphs*. Available at: <https://arxiv.org/abs/1711.00740>
- Allamanis, M., Barr, E. T., Bird, C., Sutton, C. (2014). Learning natural coding conventions. *Proceedings of the 22nd ACM SIGSOFT International Symposium on Foundations of Software Engineering*, 281–293. doi: <http://doi.org/10.1145/2635868.2635883>
- Li, Y., Tarlow, D., Brockschmidt, M., Zemel, R. (2015). *Gated graph sequence neural networks*. Available at: <https://arxiv.org/abs/1511.05493>
- Harer, J. A., Kim, L. Y., Russell, R. L., Ozdemir, O., Kosta, L. R., Rangamani, A. et. al. (2018). *Automated software vulnerability detection with machine learning*. Available at: <https://arxiv.org/abs/1803.04497>
- LeCun, Y., Haffner, P., Bottou, L., Bengio, Y. (1999). Object recognition with gradient-based learning. *Shape, contour and grouping in computer vision*. Berlin, Heidelberg: Springer, 319–345.
- Kim, Y. (2014). Convolutional neural networks for sentence classification. Available at: <https://arxiv.org/abs/1408.5882>
- Li, Z., Zou, D., Xu, S., Ou, X., Jin, H., Wang, S. et. al. (2018). VulDeePecker: A Deep Learning-Based System for Vulnerability Detection. *Proceedings 2018 Network and Distributed System Security Symposium*. doi: <http://doi.org/10.14722/ndss.2018.23158>
- CWE – Common Weakness Enumeration*. CWE. Available at: <https://cwe.mitre.org/>
- Li, Z., Zou, D., Tang, J., Zhang, Z., Sun, M., Jin, H. (2019). A Comparative Study of Deep Learning-Based Vulnerability Detection System. *IEEE Access*, 7, 103184–103197. doi: <http://doi.org/10.1109/access.2019.2930578>
- Chrenousov, A., Savchenko, A., Osadchyi, S., Kubiuk, Y., Kostenko, Y., Likhomanov, D. (2019). Deep learning based automatic software defects detection framework. *Theoretical and Applied Cybersecurity*, 1 (1). doi: <http://doi.org/10.20535/tacs.2664-29132019.1.169086>
- Schuster, M., Paliwal, K. K. (1997). Bidirectional recurrent neural networks. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 45 (11), 2673–2681. doi: <http://doi.org/10.1109/78.650093>
- Li, Z., Zou, D., Xu, S., Jin, H., Zhu, Y., Chen, Z. (2021). SySeVR: A Framework for Using Deep Learning to Detect Software Vulnerabilities. *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing*, 1–1. doi: <http://doi.org/10.1109/tdsc.2021.3051525>
- Li, Z., Zou, D., Xu, S., Chen, Z., Zhu, Y., Jin, H. (2021). VulDeeLocator: A Deep Learning-based Fine-grained Vulnerability Detector. *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing*, 1–1. doi: <http://doi.org/10.1109/tdsc.2021.3076142>
- The LLVM Compiler Infrastructure Project*. Available at: <https://llvm.org/>

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.233656

THE SIMPLIFICATION OF COMPUTATIONALS IN ERROR CORRECTION CODING

pages 24–28

Vasyl Semerenko, PhD, Associate Professor, Department of Computer Technique, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: VPSemerenko@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8809-1848>

Oleksandr Voinalovich, Postgraduate Student, Department of Computer Technique, Vinnytsia National Technical Univer-

sity, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: sashavoinalovich@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3695-8918>

The object of research is the processes of error correction transformation of information in automated systems. The research is aimed at reducing the complexity of decoding cyclic codes by combining modern mathematical models and practical tools. The main prerequisite for the complication of computations in deterministic linear error-correcting codes is the use of the algebraic representation as the main mathematical apparatus for these types of codes. Despite the universalism of the algebraic approach, its main drawback is the impossibility of taking into account the characteristic features of all subclasses of linear codes. In particular, the cyclic property is not taken into account at all for cyclic codes. Taking this property into account, one can go to a fundamentally different mathematical representation of cyclic codes – the theory of linear automata in Galois fields (linear finite-state machine).

For the automaton representation of cyclic codes, it is proved that the problem of syndromic decoding of these codes in the general case is an NP-complete problem. However, if to use the proposed hierarchical approach to problems of complexity, then on its basis it is possible to carry out a more accurate analysis of the growth of computational complexity. Correction of single errors during one time interval (one iteration) of decoding has a linear decoding complexity on the length of the codeword, and error correction during m iterations of permutations of codeword bits has a polynomial complexity. According to three subclasses of cyclic codes, depending on the complexity of their decoding: easy decoding (linear complexity), iteratively decoded (polynomial complexity), complicate decoding (exponential complexity). Practical ways to reduce the complexity of computations are considered: alternate use of probabilistic and deterministic linear codes, simplification of software and hardware implementation by increasing the decoding time, use of interleaving. A method of interleaving is proposed, which makes it possible to simultaneously generate the burst errors and replace them with single errors. The mathematical apparatus of linear automata allows solving together the indicated problems of error correction coding.

Keywords: cyclic codes, NP-completeness, computational complexity, cyclic permutation, iterative decoding.

References

- Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27 (3), 379–423. doi: <http://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27 (4), 623–656. doi: <http://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Costello, D. J., Hagenauer, J., Imai, H., Wicker, S. B. (1998). Applications of error-control coding. *IEEE Transactions on Information Theory*, 44 (6), 2531–2560. doi: <http://doi.org/10.1109/18.720548>
- Morelos-Zaragoza, R. H. (2002). *The Art of Error Correcting Coding*. Jon Wiley & Sons, 278. doi: <http://doi.org/10.1002/0470847824>
- Berlekamp, E., McEliece, R., van Tilborg, H. (1978). On the inherent intractability of certain coding problems (Corresp.). *IEEE Transactions on Information Theory*, 24 (3), 384–386. doi: <http://doi.org/10.1109/tit.1978.1055873>
- Melentev, O. G. (2007). *Teoreticheskie aspekty peredachi dannykh po kanalam s gruppiruyuschimisya oshibkami*. Moscow: Goryachaya liniya-Telekom, 232.
- Vardy, A. (1997). The intractability of computing the minimum distance of a code. *IEEE Transactions on Information Theory*, 43 (6), 1757–1766. doi: <http://doi.org/10.1109/18.641542>
- Semerenco, V. P. (2015). Estimation of the correcting capability of cyclic codes based on their automation models. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (9 (74)), 16–24. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.39947>
- Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., Stain, C. (2014). *Introduction to Algorithms*. London: The MIT Press, 1183.
- Semerenco, V. (2016). The theory of parallel CRC codes based on automaton models. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (9 (84)), 45–55. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.85603>
- Forney, G. D. (1967). *Concatenated Codes*. Cambridge: MIT Press.
- Wei, Y., Jiang, M., Xia, B., Chen, W., Yang, Y. (2013). A CRC-Aided Hybrid Decoding Algorithm for Turbo Codes. *IEEE Wireless Communications Letters*, 2 (5), 471–474. doi: <http://doi.org/10.1109/wcl.2013.052813.130259>
- Aho, A. V., Hopcroft, J. T., Ullman, J. D. (1976). *The Design and Analysis of computer Algorithms*. Addison-Wesley Publishing Company Reading.
- Semerenco, V. (2018). Iterative hard-decision decoding of combined cyclic codes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (9 (91)), 61–72. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.123207>
- Prange, E. (1962). The use of information sets in decoding cyclic codes. *IEEE Transactions on Information Theory*, 8 (5), 5–9. doi: <http://doi.org/10.1109/tit.1962.1057777>
- Clark, G. C. Jr., Cain, J. B. (1981). *Error-Correction for Digital Communications*. New York and London: Plenum Press, 422. doi: <http://doi.org/10.1007/978-1-4899-2174-1>

SYSTEMS AND CONTROL PROCESSES

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.235456

REVEALING THE REGULARITIES RELATED TO THE PROFESSIONAL ACTIVITIES OF THE AIR TRAFFIC CONTROLLER OF AIRPORT TRAFFIC CONTROL TOWER

pages 29–40

Liudmyla Dzhuma, PhD, Associate Professor, Department of Information Technologies, Flight Academy of National Aviation University, Kropyvnytskyi, Ukraine, e-mail: ldzhuma@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7043-3544>

Oleh Dmitriiev, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Flight Operations, Aerodynamics and Flight Dynamics, Flight Academy of National Aviation University, Kropyvnytskyi, Ukraine, e-mail: olehdmitriiev@saf.com.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1079-9744>

Oleksii Lavrynenko, Air traffic controller, KYIVCENTRAERO, Boryspil, Kyiv region, Ukraine, e-mail: lavrykkot@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8783-3731>

Mykhailo Soroka, PhD, Department of Information Technology, Flight Academy of National Aviation University, Kropyv-

nytskiy, Ukraine, e-mail: s_mike@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1894-4002>

The object of research is the professional activity of an air traffic controller of the airport traffic control tower (henceforth Tower controller). The subject of research is the regularities revealing in this specialist activity in the performance of its work responsibility for the trainee reference model formation in the intelligent training system «ATC of Tower». One of the most problematic areas is the lack of training systems that would allow for independent training of these aviation specialists, whose knowledge assessment would be automatic and objective.

The study used methods of analysis, combined timing, synthesis, statistical analysis and probabilistic modelling. The approach to data collection and analysis proposed as part of study made it possible to obtain an information flows circulation model at the Tower controller workplace and formalize the time characteristics of technological operations performed by it during the aircraft landing procedure. This is fundamentally important for the development of the trainee reference model of the intellectual training system, as well as for the implementation of the training mode and automatic objective assessment of the student's knowledge and skills.

The approbation obtained results of this approach of data collection and analysis make it possible to consider it an effective tool for obtaining objective information about the subject area of the Tower controller's professional activity, which is a complex continuous-discrete stochastic dynamic control system with a mixed structure. In contrast to the formation of reference models existing approaches, the approach to collecting and analysing data proposed in the work makes it possible to develop a trainee reference model that more fully describes the Tower controller's activities. Also, the proposed model reflects the order of actions, and when interacting with the trainee current model, it allows to implement objective (without an instructor) automatic assessment.

Keywords: information flows circulation model, time characteristics of technological operations, Tower controller.

References

- Piliponok, O. M. (2017). *Metod pidvyshchennia yakosti upravlinnia povitriannymy sudnamy operatoramy system navihatsiinoho obsluhovuvannia y upravlinnia rukhom*. Kropyvnytskyi, 265.
- Trofimov, Yu. L. (2002). *Inzhenerna psikhologhiia*. Kyiv: Lybid, 264.
- Zarakovskiy, G. M. (1966). *Psikhofiziologicheskii analiz trudovoy deyatelnosti: logiko-veroyatnostnyy podkhod pri izuchenii truda upravlyayushchego tipa*. Moscow: Nauka, 114.
- Dzhuma, L. N., Lavrynenko, A. S. (2015). Detalyzatsiya tekhnolohicheskyykh operatsiy dyspetchera ADV s yspolzovanyem metoda khronometrazha. *Upravlinnia vysokoshvydkisnymy rukhomymy ob'ektamy ta profesiina pidhotovka operatoriv skladnykh system*. Kirovohrad: KLA NAU, 195–196. Available at: <http://www.klanau.kr.ua/images/docs/mmpnk2627112015.pdf>
- Dzhuma, L. N., Lavrynenko, A. S., (2016). Unyfikatornyy tekhnolohicheskyykh operatsiy deiatelnosti avyadyspetchera pry rozrobotce etalonnogo modelu sub'ekta obuchenya. *Aviatsiia ta kosmonavtyka: stan, dosiahnennia i perspektyvy, Part 1*. Kirovohrad: KLA NAU, 201–202. Available at: <http://www.klanau.kr.ua/images/docs/mvnpkxxxvip01.pdf>
- Pavlenko, M. A., Tymochko, A. Y., Stepanov, H. S., Chernov, V. H. (2014). Principles of construction of ACS operator training perspective simulator systems by dynamic objects. *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, 1 (19), 112–117. Available at: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/sitsbo_2014_1_24.pdf
- Ctorchak, V. S. (2018). Problems air traffic controller training. *Control, navigation and communication systems*, 5 (51), 29–32. doi: <http://doi.org/10.26906/sunz.2018.5.029>
- Palennii, A. S. (2006). Razrabotka alhorytma avtomatyzirovannoi otsenky deistvyi avyadyspetcherov na trenazherakh obsluzhyvaniya vozdushnoho dvizheniya. *Naukovi pratsi akademii*, XI, 118–130.
- Palennii, A. S. (2007). Primenenie multiagentnogo podkhoda dlya realizatsii avtomatizirovannogo analiza deystviy aviadyspetcherov na kompleksnykh trenazherakh obsluzhivaniya vozdushnoho dvizheniya. *Naukovi pratsi akademii*, XII, 311–324.
- Izvalov, A. V., Nedelko, V. N., Nedelko, S. N., Palennii, A. S., Soroka, M. Yu. (2009). Model of air traffic controllers' training quality management processes. *Radioelektronni i kompiuterni systemy*, 7, 89–94. Available at: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/recs_2009_7_17.pdf
- Dobritsa, V. P., Loktionova, N. N. (2010). Application of the theory of indistinct sets for evaluation scholarship quality of students. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Informatizatsiya obrazovaniya*, 1, 66–71.
- Khlopotov, M. V. (2014). Bayesian network in student model engineering for competence level evaluation. *Vestnik evraziyskoy nauki*, 5 (24). Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23039405>
- Migranova, E. A. (2011). *Avtomatizirovannaya sistema otbora i obucheniya operatorov dlya upravleniya tekhnologicheskimi protsesami*. Tashkent, 28. Available at: <http://library.ziynet.uz/uploads/books/251467/5399605c0094e.pdf>
- Dozortsev, V. M., Nazin, V. A., Baulin, E. S. (2019). O probleme upravleniya kompetentsiyami operatorov TP v svete vnedreniya sistemy professionalnykh standartov. *Avtomatizatsiya v promyshlennosti*, 10, 48–55. Available at: https://www.researchgate.net/publication/337000461_O_probleme_upravleniya_kompetentsiyami_operatorov_TP_v_sвете_vnedreniya_sistemy_professionalnykh_standartov
- Hu, W. L., Rivetta, C., MacDonald, E., Chassin, D. P. (2019). Optimal operator training reference models for human-in-the-loop systems. *Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences*. doi: <http://doi.org/10.24251/hicss.2019.426>
- Sirota, S. V., Taran, T. A. (2000). Obuchenie ponyatiyam v intellektualnykh obuchayuschikh sistemakh na osnove formalnogo kontseptualnogo analiza. *Iskusstvenniy intellekt*, 3, 340–347. Available at: http://www.iai.dn.ua/public/JournalAI_2000_3/2/340-347.pdf
- Tom, I. E., Krasko, O. V., Novoselova, N. A., Suchkova, A. P. (1996). Model for Description and Evaluation of Operator's Activity Efficiency in Abnormal Situations. *IFAC Proceedings Volumes*, 29 (1), 5775–5779. doi: [http://doi.org/10.1016/s1474-6670\(17\)58603-6](http://doi.org/10.1016/s1474-6670(17)58603-6)
- Baron, S., Muralidharan, R., Lancraft, R., Zacharias, G. (1980). *PROCRU: A model for analyzing crew procedures in approach to landing*. Available at: <https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=19820026190>
- Prokis, Dzh., Kloviskiy, D. D. (Ed.) (2000). *Tsifrovaya svyaz*. Moscow: Radio i svyaz, 800.
- Vasenev, K. (2003). Analiz informatsionnykh potokov promyshlennogo predpriyatiya v kontrollyng. *Upravlenie kompaniyey*, 2, 40–45.

21. Dzhuma, L. N., Lavrinenko, A. S. (2016). Vyyavlenie zakonomernostey tsirkulyatsii informatsionnykh potokov na rabochem meste dispetchera aerodromnoy dispetcherskoy vyshki Tower. *Upravlinnya visokoshvidkivnymi rukhomimi ob'ektami ta profesiyna pidgotovka operatoriv skladnykh sistem*. Kropivnitskiy: KLA NAU, 94–96. Available at: <http://www.klanau.kr.ua/images/docs/5mnpk.pdf>
22. Kurlaev, S. A., Lemeshko, B. Yu. (2007). O vazhnosti vybora zakona raspredeleniya pri modelirovani sistem massovogo obsluzhivaniya. *Informatika i problemy telekommunikatsiy*, 1, 151–153.
23. Kirilichev, B. V. (2006). *Modelirovanie sistem*. Moscow: MGIU, 274.
24. Lopatnikov, L. I. (2003). *Ekonomiko-matematicheskii slovar. Slovar sovremennoy ekonomicheskoy nauki*. Moscow, 520.
25. Batitskaya, K. I., Knyazeva, E. V. (2018). Veroyatnostnoe modelirovanie v obrazovanii na primere modelirovaniya ekonomicheskikh protsessov. *Nauka segodnya: problemy i puti resheniya*. Vologda, 12–14. Available at: https://volconf.ru/files/archive/03_28.03.2018.pdf#page=12
26. Dzhuma, L. N., Pylypěnok, O. N., Tymoshenko, A. V. (2012). Analiz strukturi rabocheho mesta dyspetchera Tower y osobenosti eho modelyrovaniya. *Upravlinnya visokoshvidkivnymy rukhomymy ob'ektami i profesiina pidhotovka operatoriv skladnykh sistem*. Kirovohrad: KLA NAU, 32–33.
27. Arkhangel'skiy, G., Lukashenko, M., Bekhterev, S., Telegina, T. (2012). *Taym-menedzhment. Polniy kurs*. Moscow: Alpina Publisher, 311.
28. Dorogonko, E. V. (2010). *Obrabotka i analiz sotsiologicheskikh dannykh s pomoshchyu paketa SPSS*. Surgut: Izdatelskiy tsentr SurGU, 60.
29. Borovikov, V. (2003). *STATISTICA: iskusstvo analiza dannykh na kompyutere. Dlya professionalov*. Saint Petersburg: Piter, 688.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.231465

INFLUENCE OF BUS SERVICE DOWNTIME IN THE TRANSPORT INTERCHANGE ON THE DURATION OF INTER-ROUTE TRANSFER OF PASSENGERS

pages 41–45

Andrii Markevych, PhD, Associate Professor, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou, China, e-mail: andrii.markevych@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7464-5862>

Volodymyr Vdovychenko, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Transport Technology, Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: Vval2301@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2746-8175>

Igor Ivanov, PhD, Associate Professor, Department of Transport Technology, Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: zpaotrance@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0336-6513>

The object of the study is the effect of the downtime of vehicles at stopping points on the duration of the route between passengers within the transport hub. As a controllable parameter that determines the conditions for synchronizing the presence of vehicles at stopping points and reproduces the characteristic effect on the weighted average time spent by passengers in transport hubs, the time of additional service downtime of vehicles is allocated. The simulation modeling and processing of the results obtained made it possible to establish the characteristic patterns of changes in the time

spent by passengers in transport hubs for two types of routes with different volumes of passenger arrivals, the proportion of inter-route transfers and the interval of movement. It was found that for routes with scheduled arrivals more than 40 passengers and the specific gravity of inter-route transfers up to 45 %, the introduction of additional service downtime does not allow a positive effect on the duration of the stay of passengers in transport hubs. The implementation of service downtime is advisable for routes with an average volume of regular arrivals of passengers (up to 40 passengers) and a specific weight of inter-route transfers of more than 45 %. For such conditions, the regularities are described by a third-degree polynomial with the available characteristic period, which minimizes the function of the time spent by passengers. On the basis of the conducted experimental studies, it has been established that for routes with a specific gravity of a change from 45 % to 59 %, it is advisable to have a service downtime in the range of 1 minute up to 3 minutes, and for routes with a transfer rate of more than 59 % – within 2 minutes up to 5 minutes. The use of service downtime will increase the effectiveness of the synchronization of inter-route transfers in conditions of stochastic traffic and reduce the time spent by passengers in the transport interchange hub by 0.9–3.9 minutes (14–38 %) in comparison with the existing organization of interaction between the subjects of the route flow.

Keywords: urban passenger transport, stopping point, service downtime, inter-route transfer.

References

1. Lee, R. J., Sener, I. N. (2016). Transportation planning and quality of life: Where do they intersect? *Transport Policy*, 48, 146–155. doi: <http://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.03.004>
2. Wei, Z. H., Cai-Liang, J. (2005). Theoretical analysis of the interchange passengers in urban transport terminals. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 10, 23–30.
3. Vdovychenko, V. (2017). Influence of reserve of carrying capacity of stopping points on the time idle parameters of passenger transport vehicles. *Technology Audit and Production Reserves*, 1 (2 (39)), 69–75. doi: <http://doi.org/10.15587/2312-8372.2018.123604>
4. Ferreira, M. C., Fontesz, T., Costa, V., Dias, T. G., Borges, J. L., e Cunha, J. F. (2017). Evaluation of an integrated mobile payment, route planner and social network solution for public transport. *Transportation Research Procedia*, 24, 189–196. doi: <http://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.107>
5. Lipenkov, A. V., Kuzmin, N. A. (2015). Issledovanie poter vremeni ot vzaimnykh pomekh mezhdru avtobusami na ostanovochnykh punktakh. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin*, 3, 84–95.
6. Gorbachev, P. F., Makarichev, O. V., Chizhik, V. M. (2013). Waiting time estimation for different methods of route vehicle operation organization. *Avtomobilniy transport*, 33, 82–86.
7. Peña, C., Moreno, E. (2014). Delay at Bus Stops of Transmilenio Transport System According to Parameters Measured «in situ». Case Study Bogotá-Colombia. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 160, 121–129. doi: <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.123>
8. Ibarra-Rojas, O. J., López-Irarragorri, F., Rios-Solis, Y. A. (2016). Multiperiod Bus Timetabling. *Transportation Science*, 50 (3), 805–822. doi: <http://doi.org/10.1287/trsc.2014.0578>
9. Fouilhoux, P., Ibarra-Rojas, O. J., Kedad-Sidhoum, S., Rios-Solis, Y. A. (2016). Valid inequalities for the synchronization bus

timetabling problem. *European Journal of Operational Research*, 251 (2), 442–450. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.12.006>

10. Vdovichenko, V. O. (2017). Slot coordination of motion of urban public passenger transport in the conditions of transport-transplantation terminal. *Visnyk KrNU imeni Mykhaila Ostrohrads'koho*, 5 (106), 51–55.
11. Bezuhlyi, A., Vyrozhemskiy, V., Voloshyna, I., Holovko, S., Lytvynenko, A., Nahaichuk, V., Hameliak, I. (2018). *DBN V. 2.3-5: 2018. Vulytsi ta dorohy naselenykh punktiv*. Available at: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77079
12. Bolkovska, A., Petuhova, J. (2017). Simulation-based Public Transport Multi-modal Hub Analysis and Planning. *Procedia Computer Science*, 104, 530–538. doi: <http://doi.org/10.1016/j.procs.2017.01.169>
13. Safronov, K. E., Safronov, E. A. (2019). Modelirovanie paszahirskikh i transportnykh potokov v gorodskoy aglomeratsii. *Vestnik Moskovskogo avtomobilno-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (MADI)*, 3, 75–82.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.233536

RISK ASSESSMENT IN DEVELOPMENT OF TECHNICAL REQUIREMENTS FOR DESIGNING FERMENTATION EQUIPMENT IN ACCORDANCE WITH REQUIREMENTS OF GOOD MANUFACTURING PRACTICE

pages 46–50

Serhii Semeniuk, Postgraduate Student, Department of Biotechnics and Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine; Pharmaceutical Corporation Arterium, Kyiv, Ukraine, e-mail: sem2mn@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4136-8365>

Vadym Povodzinskiy, PhD, Associate Professor, Department of Biotechnics and Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: vnповодзински@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9591-909X>

The object of research is the risks arising at the stage of cultivation of biological agents in fermentation equipment. The starting point of the life cycle of equipment, including fermenters, is the terms of reference, which defines all the necessary requirements that must be taken into account in the design, manufacture, installation and qualification. One of the most important and important stages of the equipment life cycle is the formation of a holistic and complete technical specification, which would allow taking into account all critical process parameters already at the stage of developing the design of the fermenter in accordance with the requirements of good manufacturing practice. It is important to note that the regulatory documents of the pharmaceutical industry (good manufacturing practices, good engineering practices, etc.) do not form specific requirements for equipment and processes, but only define general approaches to ensuring the quality system.

The study used the principles of risk management, which are advisable to use throughout the entire life cycle of the equipment. The analysis of the stages of sanitary preparation (washing, disinfection and rinsing), sterilization of the fermenter and the cultivation process made it possible to determine the risks arising at the corresponding stages of production and ways to solve them. The approach to the analysis of critical parameters proposed in this work can be used to improve the de-

velopment of technical specifications for a fermenter. Thanks to this, at the initial stages, a comprehensive approach to risk management is provided, which in turn will prevent the negative impact of external factors on the final product. Another aspect of using the research results is the possibility of forming fermenter validation protocols. The results obtained in this work can also be used in the development and scaling of the cultivation process for the production of active pharmaceutical ingredients in biopharmaceutical production.

Keywords: fermenter design, cultivation of biological agents, active ingredient, pharmaceutical substance, good manufacturing practice.

References

1. Semeniuk, S., Shybet'skyi, V., Povodzinskiy, V., Kostyk, S. (2018). Assessment of Critical Parameters of the Cultivating Process in Biotechnology of Active Pharmaceutical Ingredients. *Innovative Biosystems and Bioengineering*, 2 (2), 118–124. doi: <http://doi.org/10.20535/ibb.2018.2.2.123469>
2. Eibl, R., Eibl, D., Pörtner, R., Catapano, G., Czermak, P. (2009). *Cell and tissue reaction engineering*. Springer, 363. doi: <http://doi.org/10.1007/978-3-540-68182-3>
3. Weber, A., Husemann, U., Chaussin, S., Adams, T., Wilde, D., Gerighausen, S. et. al. (2013). Development and qualification of a scalable, disposable bioreactor for GMP-compliant cell culture. *BioProcess International*, 11, 6–17.
4. *ST-N MOZU 42-3.4:2020. Likarski zasoby nstanovna z vyrobnytstva hotozykh likarskykh zasobiv* (2020). Kyiv: Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy. Available at: <https://compendium.com.ua/uk/clinical-guidelines-uk/standartizatsiya-farmatsevtichnoyi-produktsiyi-tom-3/st-n-mozu-42-3-4-2020/>
5. *ICH Legal Mentions. ICH. Harmonization for Better Health. ICH Quality Guidelines; Quality Risk Management Q9*. Available at: <http://www.ich.org/products/guidelines/quality/article/quality-guidelines.html>
6. Stanbury, P. F., Whitaker, A., Hall, S. J.; Stanbury, P. F., Whitaker, A., & Hall, S. J. (Eds.) Chapter 7 – Design of a fermenter. *Principles of Fermentation Technology*. Butterworth-Heinemann, 401–485. doi: <http://doi.org/10.1016/b978-0-08-099953-1.00007-7>
7. Matveev, V. E. (1981). *Osnovy aseptiki v tekhnologii chistykh mikrobiologicheskikh preparatov*. Moscow: Legkaya i pischevaya prom-st, 321.
8. Huit, W. M. (Bill) (2016). Introduction, Scope, and General Requirements of the BPE. *Bioprocessing Piping and Equipment Design: A Companion Guide for the ASME BPE Standard*. doi: <http://doi.org/10.1002/9781119284260.ch1>
9. Shuler, M. L., Kargi, F. (2002). *Bioprocess Engineering: Basic Concepts*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 314–323.
10. Hayward, A. (2008). On-Line, In-situ, Measurements within Fermenters. *Practical Fermentation Technology*. John Wiley & Sons, Inc., 271–288. doi: <http://doi.org/10.1002/9780470725306.ch9>
11. Kakes, E. (2008). SCADA Systems for Bioreactors. *Practical Fermentation Technology*. John Wiley & Sons, Inc., 289–322. doi: <http://doi.org/10.1002/9780470725306.ch10>

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.235469

TRANSPORT MODELING IN THE DEVELOPMENT OF A COMPLEX TRANSPORT SCHEME ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF KYIV (UKRAINE)

pages 51–54

Oleksandra Humeniuk, Postgraduate Student, Department of Transport Systems and Road Safety, National Transport University,

Kyiv, Ukraine, e-mail: oleksandra27@online.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5543-5229>

Oleksij Shapovalov, Head of Department, Transport Infrastructure Department, Municipal Organization «Kyivgenplan», Kyiv, Ukraine, e-mail: aleksei86@bigmir.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3991-6916>

The object of research is a complex transport scheme using the example of the city of Kyiv (Ukraine). The comprehensive transport scheme of the city of Kyiv provides for a variant design of the city's transport system. In transport planning and design, for a qualitative assessment of planning decisions, predictive transport models of cities are most often used, which describe the macroscopic parameters of the traffic flow. The proposed options were tested on a transport model. The main task of this model is the modeling of transport correspondence, where the volume of traffic by public transport is about 80–90 % of the total volume of traffic. For this, a model was developed, with the help of which the level of loading of the main network, the volume of transport work, and the total number of passengers carried by public transport were analyzed. When choosing the optimal option, let's took into account such parameters as the average speed of the traffic flow, general transport delays, and the total number of passengers transported by public transport. As well as the average distance of travel, the average time for the implementation of transport correspondence on public transport, the cost of unproductive loss of time by residents of the city, and so on.

Based on the results of transport modeling, the optimal option for the development of the city's transport system was selected, which provides for the completion of the construction of existing road transport infrastructure facilities, the construction and development of the backbone network, systems outside the street rail transport, and optimization of the public transport route network. The complex transport scheme of the city of Kyiv, which was created using modern technologies in the field of transport modeling, allows to analyze and determine the effectiveness of the implementation of various measures for the development of the city's transport infrastructure. Transport modeling has shown the feasibility of providing initial data for the feasibility study of investment projects, the arrangement of road transport infrastructure facilities, the improvement of traffic management schemes, the arrangement of new public transport routes.

Keywords: macromodeling of traffic flows, transport model, transport planning, backbone network, transport infrastructure.

References

- Iliashenko, O., Iliashenko, V., Lukyanchenko, E. (2021). Big Data in Transport Modelling and Planning. *Transportation Research Procedia*, 54, 900–908. doi: <http://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.145>
- Kuzmich, S. I., Fedina, T. O. (2015). Transport problems of modern cities and modeling of the load of the street-road network. *Izvestiya TulGU. Technical science*, 3.
- Instytut Heneralnoho planu mista Kyieva (2020). *Osnovni polozhennia Heneralnoho planu mista Kyieva*. Available at: https://drive.google.com/drive/u/0/folders/0BxbGBoNdb1j6fmdGWVdtNzJSaWgyTXlWw5WX1FxV3dSVIVEd1VwYm1UcF8wOVbhUUtmSnM?resourcekey=0-kPB_rifL1pMBULovqoM4QA
- Klinkovshcheyn, G. Y. (1981). *Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya*. Moscow: Transport, 240.
- PTV Group. *VISUM 12.5 Fundamentals, VISUM 12.5 Manual, 2012 PTV AG, Karlsruhe*. Available at: <http://www.ptvgroup.com>
- Lovrić, M., Blainey, S., Preston, J. (2017). A conceptual design for a national transport model with cross-sectoral interdependencies. *Transportation Research Procedia*, 27, 720–727. doi: <http://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.12.150>
- Yakimov, M. R. (2013). *Transportnoe planirovanie: sozdanie transportnykh modeley gorodov*. Moskva: Logos, 188.
- Papageorgiou, M. (1998). Some remarks on macroscopic traffic flow modelling. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 32 (5), 323–329. doi: [http://doi.org/10.1016/s0965-8564\(97\)00048-7](http://doi.org/10.1016/s0965-8564(97)00048-7)
- Yakimov, M. R., Popov, Yu. A. (2014). *Transportnoe planirovanie: prakticheskie rekomendatsii po sozdaniyu transportnykh modeley gorodov v programnom komplekse PTV Visum*. Moscow: Logos, 200.
- Ngoduy, D., Hoogendoorn, S. P., van Lint, J. W. C. (2005). Modeling Traffic Flow Operation in Multilane and Multiclass Urban Networks. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1923 (1), 73–81. doi: <http://doi.org/10.1177/0361198105192300108>

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.235554

SIMULATION ANALYSIS OF TRANSPORT ENERGY EFFICIENCY OF ROAD TRAINS AND INTERNATIONAL MOTOR TRANSPORTATIONS

pages 54–57

Ramazan Khabutdinov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Transport Technologies, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: habutd1@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1329-5739>

Tatiana Kostyuk, Postgraduate Student, Department of Transport Technologies, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: tani4ka.kostyuk@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8608-517X>

The object of the study is the production and technological processes of international road transport (PTP IRT) according to the innovative approach and the conceptual idea of technical and technological energy saving in motor transport. Predictive assumptions about the development of the object of study – the realization of the possibilities of operational-simulation and technical-evolutionary method of complex analysis of transport energy efficiency of road trains and production and technological processes of international road transport in the practice of international road transport.

In the course of the research the operational-simulation and technical-evolutionary method of complex analysis of transport energy efficiency of road trains and production-technological processes of international road transportations was considered. As an example, the influence of changes in such a design parameter of the road train as the gear ratio of the main transmission of the tractor on its transport energy efficiency, as well as fuel and energy consumption of the road train DAF FT95.360 (Netherlands) in the test trunk operation (at $\alpha_g=0$). It is established that when the value of the gear ratio of the main transmission (U_o) increases, the value of the energy efficiency indicator (P_e) varies from 0.55 to 0.58. The greatest value of energy efficiency is at $U_o=2.846$. It is determined that when the value of the gear ratio of the

main transmission (U_o) increases, the value of the energy consumption indicator (A_c) increases, and the minimum value of 3.2 MJ acquires the value of the gear ratio of the main transmission – 2.846. It was found that when the value of the gear ratio of the main gear (U_o) increases the fuel consumption (Q_c) increases and acquires a maximum value of 3496.84 g with the value of the gear ratio of the main gear – 4.39. The minimum value of fuel consumption of 1684.2 g is achieved when the value of the gear ratio of the main transmission 2.846.

The results of the study can be used to implement systemic and conceptual innovation management in the field of international road transport.

Keywords: conceptual idea, simulation analysis, road transport of international road transport, structure of motor transport, design and road factors.

References

1. Khabutdinov, R. A. (2011). Transtekhnolohichna paradyhma i metodolohiia novatsiinoho upravlinnia avtomobilnymy perevezenniamy. *Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu*, 24, 237–240.
2. Dyrektyva 2012/27 EU Yevropeiskoho parlamentu ta rady vid 25 zhovtnia 2012 r. Pro enerhoefektyvnist (2012). *Ofitsiynyi visnyk Yevropeiskoho Soiuzu*. Available at: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_017-12#Text
3. Voskresenskaya, T. P., Voskresenskiy, I. V. (2016). *Organizatsiya gruzovykh avtomobilnykh perezovok*. Novokuznetsk: SibGIU, 178.
4. Velmozhin, A. V., Gudkov, V. A., Mirotin, L. B., Kulikov, A. V. (2006). *Gruzovye avtomobilnye perezovki*. Moscow: Goryachaya liniya – Telekom, 560.
5. Vorkut, A. Y. (1986). *Hruzovye avtomobylnye perezovky*. Kyiv: Vyshcha shkola, 447.
6. Viktoreslius, M., Lundh, M. (2019). Energy efficiency at sea: An activity theoretical perspective on operational energy efficiency in maritime transport. *Energy Research & Social Science*, 52, 1–9. doi: <http://doi.org/10.1016/j.erss.2019.01.021>
7. Rehmatulla, N., Smith, T. (2020). The impact of split incentives on energy efficiency technology investments in maritime transport. *Energy Policy*, 147, 111721. doi: <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111721>
8. Moriarty, P., Honnery, D. (2012). Energy efficiency: Lessons from transport. *Energy Policy*, 46, 1–3. doi: <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.04.056>
9. Ruiz, T. (2018). Transport efficiency. *Transport Policy*, 67, 1. doi: <http://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.02.011>
10. Khabutdinov, R. A., Kotsiuk, O. Ya. (1997). *Enerhoesursna efektyvnist avtomobilia*. Kyiv, 197.
11. Khmelov, I. V., Husiev, O. V., Pitsyk, M. H. (2014). Metodyka analizu enerhetychnoi efektyvnosti transportnykh zasobiv z urakhuvanniam umov perevezen. *Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu*, 29, 348–353.
12. Halona, I. I. (2019). Monitoring technique of small loading capacity cars' energy efficiency. *Visnyk SNU im. V. Dalia*, 2 (250), 24–28.
13. Khmelov, I. V., Husiev, O. V. (2015). Evaluation method of trucks' transport-technological quality using the development of structural parameters. *Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu*, 31, 539–544.
14. Khabutdinov, R. A., Kostiuk, T. O. (2017). The increasing of energy efficiency of international freight truck trains in aspect of innovative – technological development of road transport. *Visnyk Natsionalnoho transportnoho univesytetu*, 34, 126–132.
15. Khmelov, I. V. (2011). Metodyka analizu enerhetychnoi efektyvnosti avtopoizda z urakhuvanniam dorozhnykh kharakterystyk. *Avtomobilni dorohy i dorozhnie budivnytstvo*, 80, 144–149.



INFORMATION TECHNOLOGIES

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.232788

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД сторінки 6–12**Бігун Р. Р., Литвин В. В., Олексів Н. Т.**

В даній роботі розглянуто проблеми розвитку об'єднаних територіальних громад, зокрема безробіття та економічні проблеми. Об'єктом дослідження є благоустрій територіальних громад на прикладі Львівської області (Україна). Одним з найбільш проблемних місць є той факт, що громадам, у більшості випадків, не вистачає коштів на вирішення економічних та інших проблем.

В ході дослідження використовується ідея про потребу створення самодостатніх громад з достатньою кількістю фінансових інструментів для власного розвитку. Також розглядається математична модель системи підтримки прийняття рішень розвитку територіальних громад, використовуючи агропромисловий сектор. Важливим кроком при побудові математичної моделі агропромислового комплексу є врахування специфіки діяльності сільського господарства. У роботі розглядається математична модель лібулнійної багатофакторної регресії, яка описує залежність між величиною затрачених ресурсів та обсягом продукції, що випускається. Оскільки процеси економіки та виробничі процеси сільського господарства складні, то і їхній опис складно провести, використовуючи тільки лінійні детерміновані моделі. Поширеним є випадок, коли змінні задач приймають деякі дискретні значення або значення з певного проміжку. Така ситуація забезпечує складність пошуку. Для побудови математичної моделі розвитку територіальних громад та дослідження того факту, що розвиток агропромисловості покращить загальний економічний стан територіальної громади використовуються кореляційно-регресійний аналіз, алгоритм Фаррара-Глобера та метод найменших квадратів. Завдяки переліченим інструментам формується твердження, що регулювання ключових факторів економічних показників аграрного сектору може позитивно вплинути на зростання економічної складової територіальних громад. Створена математична модель чітко формує висновок про те, що сільське господарство в місцевих громадах може стати економічним рушієм розвитку громад, зважаючи на регіональні умови.

Ключові слова: територіальна громада, математична модель агропромислового комплексу, системи підтримки прийняття рішень, кореляційно-регресійний аналіз.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.232810

РОЗРОБКА ПІДХОДУ ДО РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ АДРЕСНОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ ДЛЯ СИМУЛЯТОРІВ НА ОСНОВІ iFOGsim сторінки 13–18**Борисов Р. О.**

Об'єктом дослідження є підхід до розширення функціональних можливостей для симуляторів на основі iFogSim. Припускається, що типовим підходом для розширення є наслідування класу туманного пристрою та визначення нових властивостей у тілі класу. Однак такий підхід робить неможливим поєднання функцій із декількох симуляторів та значно зменшує гнучкість, навіть у випадку використання одного симулятора. Іншою проблемою, характерною для iFogSim, є особлива схема комунікації між модулями додатку, яка призводить до обмежень в маршрутизації задач в туманних архітектурах та враховує небажані потоки даних.

У роботі описано альтернативний підхід до розширення функціональних можливостей, який полягає у використанні особливої схеми наслідування та намагається переосмислити стандартний підхід з точки зору поведінкових шаблонів проектування. Ключовим у запропонованому підході є винесення функцій туманного пристрою до окремих поведінкових класів, а розроблена схема наслідування у свою чергу дозволяє гнучко перевизначати та поєднувати поведінки між собою. Згідно із сформульованими для даного підходу принципами розроблений симулятор розширює можливості iFogSim адресною маршрутизацією для подолання обмежень, а також реалізує переміщення користувачів та їхнє динамічне підключення до мережі, як це зроблено в MobFogSim. З метою перевірки правильності функціонування розробленого симулятора проведено його валідацію з використанням стандартного для iFogSim додатку з електроенцефалографічним датчиком. Валідація складалася з чотирьох сценаріїв. В перших двох перевірено коректність функцій переміщення та динамічного переключення користувачів між базовими станціями. А в третьому та четвертому сценаріях застосовано адресну маршрутизацію та порівняно отримані значення затримки та мережевого навантаження з розрахованими теоретично. Отримані результати валідації підтвердили коректність роботи симулятора, а запропонований підхід до розширення функціональних можливостей, хоч і є складнішим, дозволяє значно покращити гнучкість використання симулятора.

Ключові слова: розширення iFogSim, адресна маршрутизація, MobFogSim, симуляція туманних обчислень, поведінкові шаблони проектування.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.233534

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПОШУКУ ВРАЗЛИВОГО ПРОГРАМНОГО КОДУ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ сторінки 19–23**Куб'юк Є. Ю., Кисельов Г. Д.**

Об'єктом дослідження даної роботи є методи глибокого навчання в задачах пошуку вразливостей програмного коду. Одним з найбільш проблемних місць є використання лише одного підходу в процесі аналізу коду: підходу на основі AST (abstract syntax tree) або підходу на основі графа залежностей програми. У даній роботі було проведено порівняльний аналіз двох підходів аналізу програмного коду: підходів на основі AST (abstract syntax tree) і підходів на основі графа залежностей програми.

В рамках даної роботи були проаналізовані різні топології нейронних мереж, які застосовуються в підходах на основі AST і підходів на основі графа залежностей програми. В ході порівняння були визначені переваги та недоліки кожного з підходів, також результати були зведені до відповідних таблиць порівнянь. В результаті аналізу було визначено, що використання BLSTM (Bidirectional Long Short Term Memory) і BGRU (Bidirectional Gated Linear Unit) дає найкращий результат в задачах пошуку вразливостей в програмному коді. Як показав проведений аналіз, найбільш ефективним підходом до побудови систем виявлення вразливостей є метод, в якому використовується проміжне представлення коду, що дозволяє отримати незалежний від мови програмування інструмент.

Також, в рамках даної роботи був запропонований власний алгоритм роботи системи аналізу програмного коду, яка здатна виконувати прогнозування уразливості коду, класифікацію уразливості коду, а також генерацію відповідного патча для знайденої уразливості. Дана система має ряд відкритих, для майбутніх досліджень, питань, детальний аналіз яких представлений в даній роботі. Запропонована система могла б допомогти прискорити розробку програмного забезпечення, а також зменшити кількість вразливостей програмного коду. Зацікавленою стороною такого інструменту можуть виступати розробники програмного забезпечення, а також фахівці з області кібербезпеки.

Ключові слова: підходи на основі AST, підходи на основі графа залежностей програми, аналіз коду.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.233656

СПРОЩЕННЯ ОБЧИСЛЕНЬ В ЗАВАДОСТІЙКОМУ КОДУВАННІ сторінки 24–28

Семеренко В. П., Войналович О. Ю.

Об'єктом дослідження є процеси завадостійкого перетворення інформації в автоматизованих системах. Дослідження направлене на зменшення складності декодування циклічних кодів за допомогою об'єднання сучасних математичних моделей та практичних засобів. Основною передумовою ускладнення обчислень в детермінованих лінійних завадостійких кодах стало використання алгебраїчного представлення як основного математичного апарату для цих типів кодів. Незважаючи на універсалізм алгебраїчного підходу, його основним недоліком є неможливість врахування характерних особливостей всіх підкласів лінійних кодів. Зокрема, для циклічних кодів зовсім не враховується властивість циклічності. При врахуванні вказаної властивості можна перейти до принципово іншого математичного представлення циклічних кодів – теорії лінійних автоматів в полях Галуа (лінійних послідовнісних схем).

Для автоматного представлення циклічних кодів доведено, що задача синдромного декодування цих кодів в загальному випадку є NP-повною задачею. Однак, якщо використати запропонований ієрархічний підхід до задач складності, тоді на його основі можна здійснити більш точний аналіз зростання складності обчислень. Виправлення поодиноких помилок протягом одного часового інтервалу (одної ітерації) декодування має лінійну складність декодування від довжини кодового слова, а виправлення помилок протягом m ітерацій перестановок розрядів кодового слова – поліноміальну складність. Відповідно виділені три підкласи циклічних кодів в залежності від складності їх декодування: легкокодовані (лінійної складності), ітеративно декодовані (поліноміальної складності), складнокодовані (експоненціальної складності). Розглянуті практичні способи зменшення складності обчислень: почергове використання ймовірнісних та детермінованих лінійних кодів, спрощення програмно-апаратної реалізації за рахунок збільшення часу декодування, використання перемишування. Запропоновано спосіб перемишування, який дозволяє одночасно як формувати пакети помилок, так і замінити їх поодинокими помилками. Математичний апарат лінійних автоматів дозволяє розв'язувати разом вказані задачі завадостійкого кодування.

Ключові слова: циклічні коди, NP-повнота задач, складність обчислень, циклічна перестановка, ітеративне декодування.

SYSTEMS AND CONTROL PROCESSES

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.235456

ВИЯВЛЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ДИСПЕТЧЕРА АЕРОДРОМНОЇ ДИСПЕТЧЕРСЬКОЇ ВИШКИ сторінки 29–40

Джума Л. М., Дмитрієв О. М., Лавриненко О. С., Сорока М. Ю.

Об'єктом дослідження є професійна діяльність диспетчера аеродромної диспетчерської вишки. Предметом дослідження є виявлення закономірностей діяльності даного фахівця при виконанні своїх службових обов'язків для формування еталонної моделі суб'єкта навчання інтелектуальної навчальної системи «Диспетчер Tower». Одним із найбільш проблемних місць є відсутність систем навчання, які дозволили б здійснювати самостійну підготовку даних авіаційних фахівців, оцінювання знань яких було б автоматичним та об'єктивним.

У дослідженні використовувалися методи аналізу, комбінованого хронометражу, синтезу, статистичного аналізу та ймовірнісного моделювання. Запропонований у ході дослідження підхід до збору та аналізу даних дозволив отримати модель циркуляції інформаційних потоків на робочому місці диспетчера аеродромної диспетчерської вишки та формалізувати часові характеристики технологічних операцій, виконуваних їм під час здійснення процедури посадки повітряних суден. Це є фундаментально важливим для розробки еталонної моделі суб'єкта навчання інтелектуальної навчальної системи, а також для реалізації режиму навчання й автоматичного об'єктивного оцінювання знань та навичок того, хто навчається.

Отримані результати апробації даного підходу збору та аналізу даних дозволяють вважати його ефективним інструментом отримання об'єктивної інформації про предметну область професійної діяльності диспетчера аеродромної диспетчерської вишки, яка є складною безперервно-дискретною стохастичною динамічною системою управління зі змішаною структурою. На відміну від існуючих підходів до формування еталонних моделей, запропонований в роботі підхід до збору та аналізу даних дозволяє розробити

еталонну модель суб'єкта навчання, яка більш повно описує діяльність авіадиспетчера. Також запропонована модель віддзеркалює порядок дій, а при взаємодії з поточною моделлю суб'єкта навчання дозволяє реалізувати об'єктивне (без інструктора) автоматичне оцінювання.

Ключові слова: модель циркуляції інформаційних потоків, часові характеристики технологічних операцій, диспетчер аеродромної диспетчерської вишки.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.231465

ВПЛИВ СЕРВІСНОГО ПРОСТОЮ АВТОБУСІВ У ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНОМУ ВУЗЛУ НА ТРИВАЛІСТЬ МІЖМАРШРУТНОЇ ПЕРЕСАДКИ ПАСАЖИРІВ сторінки 41–45

Маркевич А. Г., Вдовиченко В. О., Іванов І. Є.

Об'єктом дослідження виступає вплив часу простою транспортних засобів у зупинних пунктах на тривалість міжмаршрутної пересадки пасажирів в межах транспортно-пересадочного вузла. В якості керованого параметру, що визначає умови синхронізації перебування транспортних засобів в зупинних пунктах та відтворює характеристичний вплив на середньозважений час знаходження пасажирів в транспортно-пересадочному вузлу, виділено час додаткового сервісного простою транспортних засобів. Проведене імітаційне моделювання та обробка отриманих результатів дозволили встановити характеристичні закономірності зміни часу знаходження пасажирів в транспортно-пересадочному вузлу для двох типів маршрутів з різним обсягом рейсового прибуття пасажирів, питомої ваги міжмаршрутних пересадок та інтервалу руху. Встановлено, що для маршрутів з рейсовим прибуттям понад 40 пас. та питомою вагою міжмаршрутних пересадок до 45 % впровадження додаткового сервісного простою не дозволяє позитивно вплинути на тривалість знаходження пасажирів в транспортно-пересадочному вузлу. Впровадження сервісного простою є доцільним для маршрутів з середнім обсягом рейсового прибуття пасажирів (до 40 пас.) та питомою вагою міжмаршрутних пересадок понад 45 %. Для таких умов закономірності описуються поліномом третього ступеня з наявним характерним періодом, що забезпечує мінімізацію функції часу перебування пасажирів. На основі проведених експериментальних досліджень встановлено, що для маршрутів з питомою вагою пересадки від 45 % до 59 % доцільним є сервісний простій в межах від 1 хв. до 3 хв., а для маршрутів з питомою вагою пересадки понад 59 % – в межах від 2 хв. до 5 хв. Застосування сервісного простою дозволить підвищити результативність синхронізації міжмаршрутної пересадки в умовах стохастичності руху та скороти час знаходження пасажирів в транспортно-пересадочному вузлу на 0,9–3,9 хв. (14–38 %) у порівнянні з існуючою організацією взаємодії суб'єктів маршрутного потоку.

Ключові слова: міський пасажирський транспорт, зупинний пункт, сервісний простій, міжмаршрутна пересадка.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.233536

ОЦІНКА РИЗИКІВ ПРИ РОЗРОБЦІ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ ФЕРМЕНТАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ НАЛЕЖНОЇ ВИРОБНИЧОЇ ПРАКТИКИ сторінки 46–50

Семенюк С. М., Поводзиський В. М.

Об'єктом дослідження є ризики, що виникають на стадії культивування біологічних агентів у ферментаційному обладнанні. Відправною точкою життєвого циклу обладнання, в тому числі і ферментерів, є технічне завдання, де визначаються всі необхідні вимоги, що повинні бути враховані під час проєктування, виготовлення, монтажу та кваліфікації. Одним з найбільш визначальних та важливих етапів життєвого циклу обладнання є формування цілісного та повного технічного завдання, яке б дозволило враховувати всі критичні параметри процесу вже на етапі розробки дизайну ферментера у відповідності із вимогами належної виробничої практики. Важливо зазначити, що нормативна документація фармацевтичної галузі (належна виробнича практика, належна інженерна практика та ін.) не формує конкретних вимог до обладнання та процесів, а лише визначають загальні підходи до забезпечення системи якості.

В ході дослідження використовувались принципи управління ризиками, які доцільно використовувати протягом всього життєвого циклу обладнання. Проведений аналіз стадій санітарної підготовки (миття, дезінфекція та ополіскування), стерилізації ферментера та процесу культивування дозволив визначити ризики, що виникають на відповідних етапах виробництва та шляхи їх вирішення. Запропонований в роботі підхід аналізу критичних параметрів може бути використаний для вдосконалення розробки технічного завдання на ферментер. Завдяки цьому на початкових етапах забезпечується комплексний підхід з управління ризиками, що в свою чергу дозволяє попередити негативних вплив зовнішніх факторів на кінцевий продукт. Ще одним аспектом використання результатів дослідження є формування протоколів валідації ферментера. Отримані в даній роботі результати також можуть бути використані при розробці та масштабування процесу культивування виробництва активних фармацевтичних інгредієнтів в біофармацевтичному виробництві.

Ключові слова: дизайн ферментера, культивування біологічних агентів, активний фармацевтичний інгредієнт, фармацевтична субстанція, належна виробнича практика.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.235469

ТРАНСПОРТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ КОМПЛЕКСНОЇ СХЕМИ ТРАНСПОРТУ НА ПРИКЛАДІ МІСТА КИЄВА (УКРАЇНА) сторінки 51–54

Гуменюк О. В., Шаловалов О. О.

Об'єктом дослідження є комплексна схема транспорту на прикладі міста Києва (Україна). Комплексна схема транспорту міста Києва передбачає варіантне проєктування транспортної системи міста. В транспортному плануванні та проєктуванні для якісної оцінки планувальних рішень найчастіше використовують прогнозні транспортні моделі міст, які описують макроскопічні параметри

транспортного потоку. Запропоновані варіанти були апробовані на транспортній моделі. Основним завданням цієї моделі є моделювання транспортних кореспонденцій, де об'єм перевезень на громадському транспорті складає близько 80–90 % від загального об'єму транспортного руху. Для цього було розроблено модель, за допомогою якої проаналізовано рівень завантаження магістральної мережі, об'єми транспортної роботи, загальну кількість перевезених пасажирів громадським транспортом. При виборі оптимального варіанту до уваги бралися такі параметри, як середня швидкість руху транспортного потоку, загальні транспортні затримки, загальна кількість перевезених пасажирів громадським транспортом. А також середня дальність поїздки, середній час реалізації транспортної кореспонденції на громадському транспорті, вартість непродуктивних втрат часу мешканцями міста та інше.

За результатами транспортного моделювання було обрано оптимальний варіант розвитку транспортної системи міста, який передбачає завершення будівництва існуючих об'єктів дорожньо-транспортної інфраструктури, будівництво та розвиток магістральної мережі, системи поза вуличного рейкового транспорту, оптимізацію маршрутної мережі громадського транспорту. Комплексна схема транспорту міста Києва, яка створена з використанням сучасних технологій в галузі транспортного моделювання, дозволяє аналізувати та визначати ефективність реалізації різних заходів по розвитку транспортної інфраструктури міста. Транспортне моделювання показало доцільність при наданні вихідних даних для техніко-економічного обґрунтування інвестиційних проєктів, влаштуванні об'єктів дорожньо-транспортної інфраструктури, удосконаленні схем організації дорожнього руху, влаштуванні нових маршрутів громадського транспорту.

Ключові слова: макромоделювання транспортних потоків, транспортна модель, транспортне планування, магістральна мережа, транспортна інфраструктура.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.235554

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ТРАНСПОРТНОЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ АВТОПОЇЗДІВ ТА МІЖНАРОДНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ сторінки 54–57

Хабутдінов Р. А., Костюк Т. О.

Об'єктом дослідження є виробничо-технологічні процеси міжнародних автомобільних перевезень (ВТП МАП) згідно інноваційного підходу та концептуальної ідеї техніко-технологічного енергозбереження на автотранспорті. Прогнозні припущення про розвиток об'єкту дослідження – реалізація можливостей операційно-симулятивного та техніко-еволюційного методу комплексного аналізу транспортної енергоефективності автопоїздів і виробничо-технологічних процесів міжнародних автомобільних перевезень у практиці міжнародних автомобільних перевезень.

У ході дослідження розглядався операційно-симулятивний і техніко-еволюційний метод комплексного аналізу транспортної енергоефективності автопоїздів і виробничо-технологічних процесів міжнародних автомобільних перевезень. В якості прикладу проаналізовано вплив зміни такого конструктивного параметру автопоїзду як передаточне число головної передачі тягача на його транспортну енергоефективність, а також на показники витрат палива та енергії автопоїзду DAF FT95.360 (Нідерланди) в тестовій магістральній операції (при $\alpha_r=0$). Встановлено, що при збільшенні значення передаточного числа головної передачі (U_o) значення показника енергетичної ефективності (P_e) варіюється в межах від 0,55 до 0,58. При цьому найбільшого значення показник енергетичної ефективності набуває при $U_o=2,846$. Визначено, що при збільшенні значення передаточного числа головної передачі (U_o) значення показника витрат енергії (A_e) збільшується, а мінімального значення 3,2 МДж набуває при значенні передаточного числа головної передачі – 2,846. Виявлено, що при збільшенні значення передаточного числа головної передачі (U_k) показник витрат палива (Q_c) збільшується та набуває максимального значення 3496,84 г при значенні передаточного числа головної передачі – 4,39. При цьому мінімальне значення показника витрат палива 1684,2 г досягається при значенні передаточного числа головної передачі 2,846.

Результати дослідження можуть бути використані для реалізації системного та концептуально-інноваційного менеджменту в сфері міжнародних автомобільних перевезень.

Ключові слова: концептуальна ідея, симулятивний аналіз, автопоїзди міжнародних автомобільних перевезень, структура автотранспорту, конструктивні та дорожні фактори.