



INFORMATION TECHNOLOGIES

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.237271

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR SYNTHESIS THE FIR FILTERS WITH A CASCADE STRUCTURE BASED ON GENETIC ALGORITHM

pages 6–11

Ruslan Petrosian, Senior Lecturer, Department of Computer Science, Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr, Ukraine, e-mail: e_rvs@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0388-8821>

Vladyslav Chukhov, PhD, Associate Professor, Department of Biomedical Engineering and Telecommunications, Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7782-9077>

Arsen Petrosian, Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0960-8461>

The object of research is the process of digital signal processing. The subject of research is methods of synthesis of digital filters with a finite impulse response based on a genetic algorithm. Digital filtering is one of the tasks of digital signal processing. FIR filters are always stable and provide a constant group delay. There are various methods for synthesizing digital filters, but they are all aimed at synthesizing filters with a direct structure.

One of the most problematic areas of a digital filter with a direct structure in digital processing is the high sensitivity of the filter characteristics to inaccuracies in setting the filter coefficients. Genetic algorithm-based filter synthesis methods use an ideal filter as the approximated filter. This approach has a number of disadvantages: it complicates the search for an optimal solution; computation time increases.

The study used random search method, which is the basis of genetic algorithm (used for solving optimization problems); theory of digital filtering in filter analysis; numerical methods for modeling in a Python program.

Prepared synthesis method FIR filter with the cascade structure, which is less sensitive to the effect of finite bit width. Computation time was reduced. This is due to the fact that the proposed method searches for the most suitable filter coefficients based on a genetic algorithm and has a number of features, in particular, it is proposed to use a piecewise-linear function as an approximated amplitude-frequency response.

This makes it possible to reduce the number of populations of the genetic algorithm when searching for a solution. The synthesis of an FIR filter with a cascade structure based on a genetic algorithm showed that for a 24-order filter it took about 30–40 generations to get the filter parameters close to the optimal values. In comparison with classical methods of filter synthesis, the following advantages are provided: calculations of the coefficients of a filter with a cascade structure directly, the possibility of optimizing coefficients with limited bit depth.

Keywords: genetic algorithm, FIR filter, cascade structure of digital filter, standard deviation, piecewise-linear function.

References

1. Zubarev, Yu. B., Vityazev, V. V., Dvorkovich, V. P. (1999). Tsifrovaya obrabotka signalov – informatika realnogo vremeni. *Tsifrovaya obrabotka signalov*, 1, 5–17.

2. Mitchell, M. (1998). *An Introduction to Genetic Algorithms*. London: MIT Press, 158. doi: <http://doi.org/10.7551/mitpress/3927.001.0001>
3. Mutingi, M., Mbohwa, C. (2017). *Grouping Genetic Algorithms. Advances and Applications*. Switzerland: Springer International Publishing, 243. doi: <http://doi.org/10.1007/978-3-319-44394-2>
4. Rabiner, L. (1978). *Teoriya i primenenie tsifrovoy obrabotki signalov*. Moscow: Izdatelstvo «Mir», 848.
5. Proakis, J., Manolakis, D. (2013). *Digital Signal Processing*. London: Pearson, 1019.
6. Yukhimenko, B., Gulyaeva, N. (2018). *Metody optimizatsii i issledovaniya operatsiy*. Kyiv: Izdatelstvo «Feniks», 204.
7. Thakare, V. V., Sahu, R. K. (2015). A Genetic Algorithm for Optimization of MSE & Ripples in Linear Phase Low Pass FIR Filter & Also Compare with Cosine Window Techniques. *International Journals Digital Communication and Analog Signals*, 1, 9–15.
8. Sahu, R. K., Thakare, V. V. (2015). Comparative Designing of Optimal FIR Filter using Parks-McClellan & Genetic Algorithm. *International Journal of Computer & Communication Engineering Research*, 3, 46–49. Available at: <http://www.ijcaonline.ijccer.org/index.php/ojs/article/download/162/77>
9. Karaboga, N., Cetinkaya, B. (2004). Optimal design of minimum phase digital fir filters by using genetic algorithm. *3rd International Conference on Electrical and Electronics Engineering*, 176–179. Available at: https://www.emo.org.tr/ekler/cf9d6b-d14a20958_ek.pdf
10. Solonina, A. I. (2018). *Tsifrovaya obrabotka signalov v zerkale MATLAB*. Saint Petersburg: Izdatelstvo «BKHV», 560.
11. Cheng, J. R., Gen, M. (2020). *Parallel Genetic Algorithms with GPU Computing*. Intechopen, 26. doi: <http://doi.org/10.5772/intechopen.89152>

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.237451

ANALYSIS OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND IDENTIFICATION OF NEW INFORMATION TOOLS FOR EFFECTIVE ACTIVITIES OF ENTERPRISES ON THE EXAMPLE OF THE FINANCIAL MARKET OF UKRAINE

pages 12–15

Tatyana Rudyanova, PhD, Associate Professor, Department of Computer Science and Software Engineering, University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine, e-mail: rudyanova@i.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8685-4132>

Oksana Lebid, PhD, Associate Professor, Department of Computer Science and Software Engineering, University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5346-4464>

The object of research is modern innovative information technologies as a factor in market transformation. The subject of research is the theoretical and methodological foundations of the use of financial technologies in the financial sector of the economy. One of the important problems for the world financial market today is to increase the efficiency of its functioning through the introduction of modern management methods based on innovative information technologies. The most problematic areas is the use of proprietary software. The importance of the latter factor is increasing every year due to

the strengthening of legislative requirements and pressure from rightholders. That is why it is advisable to offer the Blueshift platform, which will help expand the capabilities and functions of financial and economic activities.

The study used methods of collecting, processing and interpreting information about innovative financial products, and theoretical generalization, analysis of definitions, comparative analysis, concretization and systematization of modern financial technologies, observation and visual presentation of the analysis results.

The main hypothesis of the study is the assumption that the use of modern innovative information platforms will allow active users to increase the efficiency of making ready-made decisions when solving problems arising in the financial sector of the economy. It is impossible to confirm this hypothesis without a detailed analysis of financial technologies, as well as innovations associated with modern open source systems, which allow market participants to reduce costs and maximize the likelihood of data protection. In paper, it was proposed to use the Blueshift platform for research and implementation of systematic investment strategies based on its built-in capabilities. The advantages and disadvantages of using the Blueshift platform as a «platform as a service» are analyzed. Thanks to this innovation, such advantages in functionality as information security, ease of adaptation, and economic benefits can be obtained.

Keywords: innovative processes, information technology, financial market, visual programming, open source, Blueshift platform.

References

1. *Gartner Forecasts Worldwide IT Spending to Grow 6.2% in 2021* (2021). Available at: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-01-25-gartner-forecasts-worldwide-it-spending-to-grow-6-point-2-percent-in-2021>
2. Chishti, S., Barberis, J. (2016). *The FINTECH Book: The Financial Technology Handbook for Investors, Entrepreneurs and Visionaries*. John Wiley & Sons, 312. doi: <http://doi.org/10.1002/9781119218906>
3. Anderson, H. (2017). *How Artificial Intelligence And Machine Learning Impact The Insurance Industry*. Available at: <http://www.digitalistmag.com/digital-economy/2017/06/14/artificial-intelligence-machine-learning-impact-insurance-industry-05143397>
4. Browne, R. (2017). *Everything you've always wanted to know about fintech*. Available at: <https://www.cnn.com/2017/10/02/fintech-everything-youve-always-wanted-to-know-about-financial-technology.html>
5. Rao, A. (2017). *10 Trends on Big Data, Advanced Analytics*. Available at: http://insurancethoughtleadership.com/ten-trends-on-big-data-advanced-analytics/?utm_campaign=ITL%20SUBSCRIPTION&utm_source=hs_email&utm_medium=em_mail&utm_content=57241495&_hsenc=p2ANqtz9uEHxMVDfU3vVY8o1xYsZbbymL_gMbs1vvPdvghOIIIoPRUXJpocTS4ho09isGDcsZmfyS69Y_eruHLsxWDP_ig3n0w&_hsmi=57241495
6. Fleury, M. (2015). *How artificial intelligence is transforming the financial industry*. Available at: <http://www.bbc.com/news/business-34264380>
7. *Stratehiia rozvytku fintekhu v Ukraini do 2025 roku*. Ofitsiynyi sait Natsionalnoho banku Ukrainy. Available at: <https://bank.gov.ua/about/develop-strategy/fintech2025>
8. Schumpeter, J. A. (2021). *The Theory of Economic Development*. Routledge, 254. doi: <http://doi.org/10.4324/9781003146766>
9. Merenkova, O. V. (2008). Innovatsiini tekhnolohii bankivskoi diialnosti yak element suchasnoho ekonomichnoho myslennia. *Suchasna kartyna svitu: Pryroda, suspilstvo, liudyna*. Sumy: DVNZ «UABS NBU», 186–194.
10. *Built In is a national community united around a shared passion for tech, offering content and career opportunities, whether you want to work at home or in office*. Available at: <https://builtin.com/tech-topics>
11. *Blueshift® Docs*. Available at: blueshift.quantinsti.com.
12. *Ofitsiynyi visnyk Ukrainy*. Available at: <https://ovu.com.ua>

SYSTEMS AND CONTROL PROCESSES

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.237762

DEVELOPMENT OF CONTROL SYSTEM FOR WASTE PYROLYSIS UNIT OF AGRICULTURAL COMPLEX WITH THE APPLICATION OF FUZZY LOGIC

pages 16–21

Andrii Maksymenko, Postgraduate Student, Department of Automation and Computer-Integrated Technologies, Odessa Polytechnic State University, Odesa, Ukraine, e-mail: amax9x@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3117-1657>

The object of research is the control system for the pyrolysis reactor of agricultural waste (plant biomass). The subject of research is the stability and the value of the calorific value of synthesis gas formed by pyrolysis of plant biomass. The biggest problem of the technological object (the pyrolysis reactor of agricultural waste) is the high sensitivity of the heating value of synthesis gas to disturbances in the composition of plant biomass. This sensitivity is expressed as a square law of the amount of oxidant required to achieve a high calorific value. Another problem is the deviation of cer-

tain time constants of the control object, caused by changes in the chemical composition of the plant biomass.

The built control system provides a high calorific value of the generated syngas by determining the composition of the waste, pyrolysis by determining the composition of the generated syngas in a separate isoenthalpic device, and stabilizes it. Information on the composition of raw materials allows to calculate the optimal parameters for the pyrolysis process, and, accordingly, update the controller's task. This information also makes it possible to compensate for changes in the time constants of the control object caused by changes in the chemical composition of raw materials, which made it possible to achieve a high robustness of the system. Compensation for these changes was carried out by training a regression polynomial. The training was carried out on test sets of time constant deviations. The resulting polynomials were used for convolution with membership functions of a fuzzy controller. Such a convolution made it possible to obtain the following membership functions that ensure compliance with the control quality parameters close to those obtained without deviations in the time constants.

Simulation of the constructed control system showed a significantly reduced sensitivity of the calorific value to the composition of raw materials, and also revealed a low sensitivity of the control quality from the deviations of the time constants of the control object caused by disturbances in the chemical composition of the waste.

The method by which the control system for the pyrolysis reactor was built differs from the existing ones in that the use of information on the composition of the pyrolyzed substance is used to accurately calculate the optimal values of the pyrolysis parameters, as well as to mutate the membership functions of the fuzzy controller. The method can be used in other similar systems designed for the pyrolysis of organic substances in order to expand their scope. In particular, for the integration of such systems into technological objects, they are more sensitive to deviations in the calorific value of the gas used as fuel.

Keywords: pyrolysis reactor, control system, fuzzy controller, system robustness, control quality.

References

1. Davydov, V. O., Bondarenko, A. V. (2013). The method of calculating the combustion temperature of any mixture of hydrocarbon fuel for any excess air. *Pratsi Odeskoho politekhnichnoho universytetu*, 3 (42), 98–101.
2. Bu, Q., Cai, J., Liu, Y., Cao, M., Dong, L., Ruan, R., Mao, H. (2021). The effect of fuzzy PID temperature control on thermal behavior analysis and kinetics study of biomass microwave pyrolysis. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 158, 105176. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jaap.2021.105176>
3. Böhler, L., Krail, J., Görtler, G., Kozek, M. (2020). Fuzzy model predictive control for small-scale biomass combustion furnaces. *Applied Energy*, 276, 115339. doi: <http://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115339>
4. Aghbashlo, M., Tabatabaei, M., Nadian, M. H., Davoodnia, V., Soltanian, S. (2019). Prognostication of lignocellulosic biomass pyrolysis behavior using ANFIS model tuned by PSO algorithm. *Fuel*, 253, 189–198. doi: <http://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.04.169>
5. Bong, J. T., Loy, A. C. M., Chin, B. L. F., Lam, M. K., Tang, D. K. H., Lim, H. Y. et. al. (2020). Artificial neural network approach for co-pyrolysis of *Chlorella vulgaris* and peanut shell binary mixtures using microalgae ash catalyst. *Energy*, 207, 118289. doi: <http://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118289>
6. Eckert, E., Bělohav, Z., Vaněk, T., Zámotný, P., Herink, T. (2007). ANN modelling of pyrolysis utilising the characterisation of atmospheric gas oil based on incomplete data. *Chemical Engineering Science*, 62 (18-20), 5021–5025. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ces.2007.01.062>
7. Kasmuri, N. H., Kamarudin, S. K., Abdullah, S. R. S., Hasan, H. A., Som, A. M. (2019). Integrated advanced nonlinear neural network-simulink control system for production of bio-methanol from sugar cane bagasse via pyrolysis. *Energy*, 168, 261–272. doi: <http://doi.org/10.1016/j.energy.2018.11.056>
8. Zhang, B., Xu, D., Hu, X., Liu, Y. (2020). Automatic control system of biomass pyrolysis gas carbon compound furnace based on PLC. *2020 3rd World Conference on Mechanical Engineering and Intelligent Manufacturing (WCMEIM)*, 435–442. doi: <http://doi.org/10.1109/wcmeim52463.2020.00098>
9. Brunetkin, O., Maksymov, M. V., Maksymenko, A., Maksymov, M. M. (2019). Development of the unified model for identification of composition of products from incineration, gasification, and slow pyrolysis. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (6 (100)), 25–31. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.176422>
10. Brunetkin, O., Dobrynin, Y., Maksymenko, A., Maksymova, O., Alyokhina, S. (2020). Model and method of conditional formula determination of oxygen-containing hydrocarbon fuel in combustion. *Energetika*, 66 (1). doi: <http://doi.org/10.6001/energetika.v66i1.4298>

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.235465

THE IMPROVEMENT OF METHOD FOR THE MULTI-CRITERIA EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE CONTROL OF THE STRUCTURE AND PARAMETERS OF INTERFERENCE PROTECTION OF SPECIAL-PURPOSE RADIO COMMUNICATION SYSTEMS

pages 22–27

Anatolii Minochkin, Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Worker of Education of Ukraine, Leading Researcher, Scientific Center, Military Institute of Telecommunications and Information Technologies named after Heroes of Kruty, Kyiv, Ukraine, e-mail: minanatul@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4123-604X>

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>

Vitalii Hasan, Institute for Support of Troops (Forces) and Information Technologies, The National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2566-9144>

Anatolii Hasan, Institute for Support of Troops (Forces) and Information Technologies, The National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0501-6119>

Andrii Opalak, Institute for Support of Troops (Forces) and Information Technologies, The National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5597-4182>

Anatolii Hlushko, Institute for Support of Troops (Forces) and Information Technologies, The National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7969-3900>

Oleksandr Demchenko, Institute for Support of Troops (Forces) and Information Technologies, The National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1011-6587>

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>

Stanislav Ostapenko, Institute for Support of Troops (Forces) and Information Technologies, The National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4231-0897>

Military radio communication systems are the basis of special purpose control systems and the object of the enemy's primary influence. Therefore, the issue of increasing the noise immunity of military radio communication systems is important and needs further research. Thus, the object of the research was chosen to be a military radio communication system. Maintaining a given level of noise immunity for military radio systems is one of the key issues in radio resource management, the effective management of which allows the use of the entire suitable frequency range for the transmission (reception) of electromagnetic energy by radio electronic devices. A number of works have been devoted to the ways search for increasing the noise immunity of military radio communication systems. One such way is to develop new (improve existing) approaches for assessing the effectiveness of military radio interference management. This work solves the problem of improving the method of multi-criteria management effectiveness evaluation of the structure and parameters of the military radio systems noise protection.

The scientific problem is solved by the devices of multicriteria estimation of the of noise protection level of the military radio communication system, graphic display of the executed and not executed tasks, the aggregation scheme of formation of the integrated estimation of noise protection. The research used scientific methods of analysis and synthesis, also the theory provisions of signal-code structures and the provisions of the complex technical systems theory.

The peculiarity of the proposed improvement of the methodology is the multi-criteria assessment of the noise immunity level of the military radio communication system in the conditions of radio electronic conflict. The proposed technique allows:

- to evaluate the effectiveness of noise protection management;
- to substantiate the optimal configuration of the military radio communication system in solving the problems of noise protection management in the conditions of radio electronic conflict;
- to identify the ways to increase noise immunity at the stage of operational management of the military radio communication system in the conditions of electronic conflict.

The results of the research should be used in assessing the effectiveness of management of noise protection of military radio communication systems and determining the optimal structure and parameters of military radio systems.

Keywords: military radio communication, multicriteria evaluation, radio electronic conflict, destructive influence, noise protection, radio resource, signal-code constructions.

References

1. Shishatskiy, A. V., Bashkirov, O. M., Kostina, O. M. (2015). Development of integrated communication systems and data transfer for the needs of the Armed Forces. *Weapons and military equipment*, 1 (5), 35–39.
2. Romanenko, I. O., Shyshatskiy, 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.

3. Hurskyi, T. H. (2018). Napriamky pidvyshchennia zavadozakhyschenosti viiskovykh radiomerezh klasu MANET. *Priorytetni napriamky rozvytku telekomunikatsiinykh system ta merezh spetsialnoho pryznachennia. Zastosuvannia pidrozdiliv, kompleksiv, zasobiv zvi'azku ta avtomatyzatsii v operatsii Obiednanykh syl*, 13–19.
4. Romanenko, I., Zhyvotovskiy, R., Petruk, S., Shishatskiy, A., Voloshin, O. (2017). Mathematical model of load distribution in telecommunication networks of special purpose. *Information Processing Systems*, 3, 61–71. doi: <http://doi.org/10.30748/soi.2017.149.13>
5. Zhuk, O. V., Romaniuk, V. A., Sova, O. Ya. (2008). Systema upravlinnia taktychnykh sensornymy merezhamy. *Zbirnyk naukovykh prats VITI NTUU «KPI»*, 2, 88–96.
6. Sokolov, K. O., Hudyma, O. P., Tkachenko, V. A., Shyiatyi, O. B. (2015). Main directions of creation of IT infrastructure of the Ministry of Defense of Ukraine. *Zbirnyk naukovykh prats Tsentru voienno-stratehichnykh doslidzhen*, 3 (6), 26–30.
7. Kuvshynov, O. V. (2009). Adaptivne upravlinnia zasobamy zavadozakhystu viiskovykh system radiozvi'azku. *Zbirnyk naukovykh prats VIKNU*, 17, 125–130.
8. Shaheen, E. M., Samir, M. (2013). Jamming Impact on the Performance of MIMO Space Time Block Coding Systems over Multi-path Fading Channel. *REV Journal on Electronics and Communications*, 3 (1-2), 68–72. doi: <http://doi.org/10.21553/rev-jec.56>
9. Abdulkhalil, T., Yadgarova, N. (2018). Study of the Application of Noise Immunity in Radio Communication Systems for Special Courses. *Bioprocess Engineering*, 2 (2), 20–23. doi: <http://doi.org/10.11648/j.be.20180202.11>
10. 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://scs.intelgr.com/archive/2017-02/02-Makarenko.pdf>
11. Khan, M. N., Jamil, M. (2016). Adaptive hybrid free space optical/radio frequency communication system. *Telecommunication Systems*, 65 (1), 117–126. doi: <http://doi.org/10.1007/s11235-016-0217-8>
12. Adrat, M., Ascheid, G. (2015). Special Issue on Recent Innovations in Wireless Software-Defined Radio Systems. *Journal of Signal Processing Systems*, 78 (3), 239–241. doi: <http://doi.org/10.1007/s11265-014-0968-y>
13. Oshmarin, D. V. (2010). Raspredelenie kanalnykh resursov v setyakh kognitivnogo radio na osnove teorii igr. *Biznesinformatika*, 4 (14), 38–45.
14. Redi, J., Ramanathan, R. (2011). The DARPA WNaN network-architecture. *Proc. of the Military Communications Conference (MILCOM'2011)*, 2258–2263. doi: <http://doi.org/10.1109/milcom.2011.6127657>
15. Voronin, A. N., Ziatdinov, Yu. K., Kozlov, A. I. (1999). *Vektornaya optimizatsiya dinamicheskikh sistem*. Kyiv: Tekhnika, 284.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.237455

ANALYSIS OF TEACHING ELEMENTS ON TECHNICAL AND MATHEMATICAL DISCIPLINES IN MODERN DISTANCE EDUCATION

pages 28–32

Andrii Biziuk, PhD, Associate Professor, Department of Media Systems and Technologies, Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine, e-mail: andrii.biziuk@nure.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9830-9206>

Valerii Biziuk, PhD, Associate Professor, Department of Advanced Mathematics, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1235-9881>

Tetiana Shakurova, Assistant, Department of Media Systems and Technologies, Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7232-6611>

The object of research is the quality of teaching technical and mathematical disciplines in modern distance education. One of the most problematic areas is communication, dialogue between a teacher and a student, personality problems in the teacher-student dyad, and the effectiveness of feedback. The idea of distance learning, obviously, is that the interaction between teacher and student takes place in a virtual space. The more efficiently this interaction is built by using a variety of techniques, methods, the better a teaching process. Distance teaching is essentially a person-centered form of education. This is a separate modern educational technology that provides a choice for the teacher, the ability to select educational material depending on the information needs of students.

In the course of the study, the main possibilities for improving the effectiveness of feedback between the student and the teacher and the forms of implementing such communication were considered. The organizational and pedagogical conditions for the use of the system of certain elements of distance learning in the process of vocational training have been substantiated. Modern information technologies and innovative teaching methods in training specialists are described. It is proposed to use more actively such elements as an interactive whiteboard, interactive processing of students' statements during a survey, both in the form of tests or a forum, and in the form of a «word cloud». The use of these interactive elements has proven itself in practice.

As a tool for objective assessment of the level of feedback, a comparative analysis of statistical data is proposed, which concerns the distribution of marks at the beginning and at the end of the distance learning course. This data can also be interpreted as an indicator of the quality of teaching. In particular, the analysis of school preparation of students for mastering mathematical disciplines in higher education was carried out. Comparative analysis substantiated, in particular, the need for additional classes for students with poor preparation.

Keywords: distance education, mathematical disciplines, technical disciplines, teaching quality, teacher-student dialogue, feedback.

References

- Kukharenko, V. M., Bondarenko, V. V. (2020). *Ekstrene dystantsiine navchannia v Ukraini*. Kharkiv: KP «Miska drukarnia», 409.
- Gritsuk, O. V., Gritsuk, Yu. V. (2018). Psychological aspects of using multimedia technologies in higher education institutions. *Innovates and information technologies in education*. Katowice: KST, 2, 157–171.
- Hrytsuk, O. V. (2020). Dystantsiine navchannia ta problemy osobystosti v diadi «vykladach – student» v umovakh karantynu. *Ekstrene dystantsiine navchannia v Ukraini*. Kharkiv, 171–175.
- 36th Distance Teaching and Learning Conference (2020). University of Wisconsin. Available at: <https://dtlconference.wisc.edu/2020-archiv>
- Tretya mezhdunarodnaya konferentsiya «eLearning Stakeholders and Researchers Summit» (eSTARS 2020) (2020). Available at: <https://estars.hse.ru/>
- Biziuk, A. V., Tkachenko, V. P., Biziuk, V. V. (2020). Pro aktualnist zvorotnoho zviazku v dystantsiini osviti. *Polihrafichni, multymediini ta web-tehnologii*. Kyiv, 177–179.
- Malynyna, Y. A. (2014). Monitoring and feedback implementing in web-related resources 2.0. *Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovatsii*, 1. Available at: <http://web.snauka.ru/issues/2014/01/30565>
- Voronovska, L. P. (2018). Dystantsiinyi kurs u systemi vykladannia vyshchoi matematyky studentam, yaki navchaiutsia v haluzi znan «budivnytstvo ta arkhitektura». *Pedahohichni nauky*, 2 (LXXXIV), 83–87.
- Yarovaya, O., Yarovaya, L., Bogatskaya, E. (2020). Distance learning during coronavirus: problems and solutions. *Innovative Technologies in Science and Education (ITSE-2020)*, 210, 18051. doi: <http://doi.org/10.1051/e3sconf/202021018051>
- Bizyuk, A. V., Bizyuk, V. V. (2016). Osobennosti vnedreniya distantsionnogo obucheniya v mnogoprofilnykh vuzakh. iz opyta razrabotki distantsionnykh kursov vysshey matematiki. *Informatsionnye sistemy i tekhnologii*. Kharkiv, 189–190.
- Moskalyuk, M., Moskalyuk, N. (2020). Use of remote technologies in the process of training future teachers of pedagogical higher education institutions. *Physical and Mathematical Education*, 26 (4). doi: <http://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-026-4-014>
- Zhaksylykova, G. T. (2020). Effektivnaya obratnaya svyaz – zalog uspeshnosti distantsionnogo obucheniya. «Bilimdi el – Obrazovannaya strana». Available at: <http://bilimdinews.kz/?p=103848>
- Ofitsiynyi zvit pro provedennia v 2019 rotsi zovnishnoho nezalezhnoho otsiniuvannia rezultativ navchannia, zdobutykh na osnovi povnoi zahalnoi serednoi osvity. Available at: https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2019/08/ZVIT-ZNO_2019-Tom_1.pdf
- Ofitsiynyi zvit pro provedennia v 2020 rotsi zovnishnoho nezalezhnoho otsiniuvannia rezultativ navchannia, zdobutykh na osnovi povnoi zahalnoi serednoi osvity. Available at: https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2020/09/ZVIT-ZNO_2020-Tom_1_r.pdf

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.237447

DEVELOPMENT OF QUALITY CONTROL AND STRUCTURE PARAMETERS DETERMINATION METHODS FOR LARGE SIZE PRODUCTS FROM SINTERED HARD ALLOYS WC-(Co+Ni+Cr) BASED ON ANALYSIS OF THE ULTRASONIC OSCILLATIONS SPREADING PARAMETERS

pages 33–38

Volodymyr Pashynskiy, Doctor of Technical Sciences, Department of Automatization and Organization of Production, Technical University Metinvest Polytechnic, Mariupol, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0118-4748>

Igor Boyko, PhD, Department of Automatization and Organization of Production, Technical University Metinvest Polytechnic, Mariupol, Ukraine, e-mail: igor.boyko@mipolytech.education, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7742-4694>

The object of research is hard alloys with a morphology of the carbide phase skeleton structure, in which particles contact with each other, and the gaps between them are filled

with a binder phase. The mechanical and service characteristics of such materials depend on the degree of development of the skeleton structure.

One of the most problematic areas is the lack of non-destructive methods for determining the parameters of the structure. The introduction of such techniques will allow obtaining objective information on the structure of the material and using it to evaluate the quality of products. In the course of the study, the parameters of the scattering of elastic vibrations in inhomogeneous media were determined. The main hypothesis of the study is the assumption that the processes of energy dissipation occur both in the structural elements themselves (carbide grains and bond areas) and at their boundaries. Therefore, the evaluation of dissipation processes will allow obtaining a quantitative estimation of the alloys structure parameters, and will allow assessing the quality of the material. The following characteristics were chosen as the parameters characterizing the propagation of ultrasonic oscillations: the speed of the oscillations propagation, the scattering background level in relation to the amplitude of the bottom reflection, the oscillations attenuation coefficient. The parameters were determined and compared with the characteristics of the quality of the products and the parameters of the microstructure, which were determined by the methods of quantitative metallography and the statistical characteristics of the relationship between the parameters, were determined.

As a result, new quality control procedures for carbide products have been developed. The contiguity characteristics of the carbide skeleton of the sintered cemented carbide were determined by measuring the propagation speed of ultrasonic oscillations. The assessment of the level of porosity with a pore size of less than 1 mm was carried out according to the results of measuring the relative amplitude of the background scattering of ultrasonic oscillations.

The proposed methods are non-destructive and are carried out in one cycle with ultrasonic flaw detection, to which 100 % of the products are subjected. These techniques have been introduced in the production of carbide rolls by the method of controlled hot vacuum pressing. They have become an integral part of the quality control system for carbide rolls.

Keywords: hard alloys, carbide grains, binding areas, skeleton structure, heterogeneous materials, ultrasonic oscillations, energy absorption, oscillations attenuation, porosity, particle conglomerates.

References

1. Gee Mark, G., Gant, A. J., Roebuck, B., Mingard, K. P. (2014). Wear of Hardmetals. *Comprehensive Hard Materials*, 1, 363–383. doi: <http://doi.org/10.1016/b978-0-08-096527-7.00012-x>
2. Portu, G., Guicciardi, S. (2014). Wear of Hard Ceramics. *Comprehensive Hard Materials*, 2, 385–412. doi: <http://doi.org/10.1016/b978-0-08-096527-7.00033-7>
3. Mari, D. (2001). Cermets and Hardmetals. *Encyclopedia of Materials: Science and Technology*, 1118–1122. doi: <http://doi.org/10.1016/b0-08-043152-6/00209-6>
4. Baron, S., Desmond, D., Ahearne, E. (2019). The fundamental mechanisms of wear of cemented carbide in continuous cutting of medical grade cobalt chromium alloy (ASTM F75). *Wear*, 424-425, 89–96. doi: <http://doi.org/10.1016/j.wear.2019.01.096>
5. Chandrashekar, M., Sreenivasa Prasad, K. V. (2018). The Effect of Cobalt on Wear behavior of Cemented Carbide cutting tools for machining of Titanium alloy. *Materials Today: Pro-*

- ceedings*, 5 (2), 7678–7684. doi: <http://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.443>
6. Heinrichs, J., Mikado, H., Kawakami, A., Wiklund, U., Kawamura, S., Jacobson, S. (2019). Wear mechanisms of WC-Co cemented carbide tools and PVD coated tools used for shearing Cu-alloy wire in zipper production. *Wear*, 420-421, 96–107. doi: <http://doi.org/10.1016/j.wear.2018.12.075>
7. Sun, J., Zhao, J., Li, Z., Ni, X., Zhou, Y., Li, A. (2017). Effects of initial particle size distribution and sintering parameters on microstructure and mechanical properties of functionally graded WC-TiC-VC-Cr3C2-Co hard alloys. *Ceramics International*, 43 (2), 2686–2696. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ceramint.2016.11.086>
8. Lu, Z., Du, J., Sun, Y., Su, G., Zhang, C., Kong, X. (2021). Effect of ultrafine WC contents on the microstructures, mechanical properties and wear resistances of regenerated coarse grained WC-10Co cemented carbides. *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, 97, 105516. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ijrmhm.2021.105516>
9. He, R., Yang, Q., Li, B., Lou, J., Yang, H., Ruan, J. (2021). Grain growth behaviour and mechanical properties of coarse-grained cemented carbides with bimodal grain size distributions. *Materials Science and Engineering: A*, 805, 140586. doi: <http://doi.org/10.1016/j.msea.2020.140586>
10. Chang, S.-H., Chen, S.-L. (2014). Characterization and properties of sintered WC-Co and WC-Ni-Fe hard metal alloys. *Journal of Alloys and Compounds*, 585, 407–413. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jallcom.2013.09.188>
11. Manshilin, A. G., Kulik, A. I., Pashinskiy, V. V., Sidorenko, D. G., Kashirin, V. V. (2002). Razrabotka i vnedrenie effektivnykh tekhnologiy proizvodstva tverdospлавnykh prokatnykh valkov. *Stal*, 8, 72–74.
12. Pashinskiy, V. V. (2008). Procedure of quantitative stereological analysis to estimate relative position of particles in sintered materials. *Fizika i tekhnika vysokikh davleniy*, 18 (1), 101–109.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.237433

ANALYSIS OF MATHEMATICAL MODELS OF MOBILITY OF COMMUNICATION SYSTEMS OF SPECIAL PURPOSE RADIO COMMUNICATION SYSTEMS

pages 39–44

Oleksii Nalapko, Postgraduate Student, 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>

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>

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, e-mail: ierikon13@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6731-6390>

Anatolii Hasan, Institute for Support of Troops (Forces) and Information Technologies, The National Defense University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0501-6119>

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>

Oleksandr Trotsko, 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>

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>

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>

Roman Lazuta, Leading Researcher, Scientific Center, Military Institute of Telecommunications and Information Technologies named after Heroes of Kruty, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3254-9690>

Oleksandr Yakovchuk, Leading Researcher, Scientific Center, Military Institute of Telecommunications and Information Technologies named after Heroes of Kruty, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6312-5009>

The object of research is the military radio communication system. One of the problems in improving the effectiveness of military radio communication systems is the correct description of the movement process in them. Efficient routing protocols are only possible if reliable information on network topology for network nodes is available. Thus, with this information, packets can be forwarded correctly between the sender and the recipient. Given that the mobility of individual nodes is insignificant in special wireless networks, nodes in the network show the mobility properties of a group of nodes. This observation is directly related to the very existence of military wireless networks with the ability to organize themselves, that is, to support group cooperation and group activities. In this work the problem of analysis (decomposition) of the mobility models of military radio communication networks with the possibility of self-organization is solved. The classification of mobility patterns, the description of individual mobility models and the analysis of various aspects currently available, as well as those properties lacking in the attempt to simulate the movement of individual nodes, have been carried out. During the research, the analysis of random, semi-deterministic and deterministic models was carried out. The advantages and disadvantages of the above models have been identified.

In the course of the research, the authors of the work used the main principles of the theory of mass service, the theory of automation, the theory of complex technical systems, as well as general scientific methods of knowledge, namely analysis and synthesis.

The research results will be useful in:

- synthesis of mathematical models of node mobility;
- evaluation of the effectiveness of the science-based tool for assessing the mobility of nodes;

- validation of recommendations to improve the efficiency of mobile radio networks;
- analysis of the radio-electronic situation during the conduct of military operations (operations);
- creating advanced technologies to improve the efficiency of mobile radio networks.

Keywords: routing protocols, mobility models, Ad Hoc Networks, data transmission systems.

References

1. Shishatskiy, A. V., Bashkirov, O. M., Kostina, O. M. (2015). Development of integrated communication systems and data transfer for the needs of the Armed Forces. *Weapons and military equipment*, 1 (5), 35–39.
2. Romanenko, I. O., Shyshatskiy, 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.
3. Romanenko, I., Zhyvotovskiy, R., Petruk, S., Shishatskiy, A., Voloshin, O. (2017). Mathematical model of load distribution in telecommunication networks of special purpose. *Information Processing Systems*, 3, 61–71. doi: <http://doi.org/10.30748/soi.2017.149.13>
4. Bai, F., Helmy, A. (2004). *A survey of mobility models. Chapter 1. Wireless Adhoc Networks*. University of Southern California, 30.
5. Upadhyaya, A. N., Shah, J. S. (2019). AODV Routing Protocol Implementation in Vanet. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology*, 10 (2), 585–595. doi: <http://doi.org/10.34218/ijaret.10.2.2019.055>
6. Bai, F., Sadagopan, N., Helmy, A. (2003). A framework to systematically analyze the Impact of Mobility on Performance of Routing Protocols for Adhoc Networks. *IEEE INFOCOM 2003. Twenty-second Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies (IEEE Cat. No.03CH37428)*, 2, 825–835. doi: <http://doi.org/10.1109/infcom.2003.1208920>
7. Gavrilovska, L., Prasad, R. (2006). *Ad Hoc Networking Towards Seamless Communications*. Dordrecht, 173–209. doi: <http://doi.org/10.1007/978-1-4020-5066-4>
8. Broch, D. A., Maltz, D. B., Johnson, Y. Hu., Jetcheva, J. J. (1998). A performance comparison of multi-hop wireless ad hoc network routing protocols. *Proceedings of the 4th annual ACM/IEEE international conference on Mobile computing and networking*, 85–97. doi: <http://doi.org/10.1145/288235.288256>
9. Basak, O., Tolga, K., Emin, A. (2011). A survey of social based mobility models for ad hoc networks. *Conference: Wireless Communication, Vehicular Technology, Information Theory and Aerospace & Electronic Systems Technology (Wireless VITAE)*, 1–5. doi: <http://doi.org/10.1109/wirelessvitae.2011.5940826>
10. Sánchez, M., Manzoni, P. (2001). ANEJOS: a Java based simulator for ad hoc networks. *Future Generation Computer Systems*, 17 (5), 573–583. doi: [http://doi.org/10.1016/s0167-739x\(00\)00040-6](http://doi.org/10.1016/s0167-739x(00)00040-6)
11. Liang, B., Haas, Z. J. (2003). Predictive distance-based mobility management for multidimensional pcs networks. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 11 (5), 718–732. doi: <http://doi.org/10.1109/tnet.2003.815301>
12. Alam, M., Ramzan, M. S. (2009). Husain A. Integrated Mobility Model (IMM) for VANETs simulation and its impact. *Conference: Emerging Technologies, 2009. ICET 2009. International Conference*, 452–456. doi: <http://doi.org/10.1109/icet.2009.5353127>
13. Kr.Maakar, S., Singh, Y., Sangal, A. L. (2015). Traffic Pattern based Performance Comparison of Two Proactive MANET Routing Protocols using Manhattan Grid Mobility Model.

International Journal of Computer Applications, 114 (14), 26–31. doi: <http://doi.org/10.5120/20048-2096>

14. Tavli, B., Heinzelman, W. (2006). *Mobile Ad Hoc Networks Energy-Efficient Real-Time Data Communications*. Dordrecht: Springer, 265. doi: <http://doi.org/10.1007/1-4020-4633-2>
15. Padjen, R., Keefer, L., Thurston, S., Bankston, J., Flannagan, M., Walshaw, M. (2002). *Cisco AVVID and IP Telephony Design & Implementation*. Rockland: Syngress Publishing, 501.
16. Kumar, S., Basavaraju, T. G., Puttamadappa, C. (2008). *Ad hoc mobile wireless networks: principles, protocols, and applications*. Boca Raton: Auerbach, 313.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.237760

USE ANALYSIS OF MICROSERVES IN E-LEARNING SYSTEM WITH MULTI-VARIANT ACCESS TO EDUCATIONAL MATERIALS

pages 45–50

Yevhen Artamonov, PhD, Department of Computerized Control System, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, e-mail: ear@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9875-7372>

Iurii Golovach, Company «Squad», Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9872-8144>

Vitalii Zymovchenko, Researcher, Ukrainian Research Institute of Special Equipment and Forensic Science of the Security Service of Ukraine, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9834-8547>

The object of research is the electronic learning system. The subject of the research is the method of using microservices in the construction of online systems. One of the most problematic areas in the development of high-load online systems is the coordination of all microservices in a single system and the distribution of the load on hardware resources at critical indicators of system utilization. This leads to the complication of the process of development, implementation and operation of the training system, as well as high requirements for the personnel who will support the operation of the system.

In the research, during the transition from the monolithic architecture of the e-learning system to the microservice architecture, the main indicators of the server hardware and the average response time to user requests were monitored. These indicators were fundamental when setting up the system as a whole and balancing the load during its operation.

The proposed method for the implementation of the system can significantly reduce the hardware requirements and reduce the response time of the system under high load conditions (from 10,000 unique users per unit of time). Also, this method greatly simplifies the development and modification of online systems that use a large number of different user roles and differentiation of levels of access to the system.

The obtained results of the approbation of the method allow to consider it an effective tool for the development of online learning systems with multivariate access to educational materials. Unlike existing monolithic architects, the proposed method allows to manage system resources and apply new settings without rebooting, which allows to ensure the continuity of system operation. As a justification for this method, options for the implementation of online training systems and load balancing settings are proposed. The ma-

agement of load balancing in the microservice architecture of the implementation of online systems is based on the analysis of the load indicators of processor cores and the use of RAM by system services.

Keywords: monolithic architecture, microservice architecture, e-learning system, multivariate access, load balancing.

References

1. Di Francesco, P., Lago, P., Malavolta, I. (2019). Architecting with microservices: A systematic mapping study. *Journal of Systems and Software*, 150, 77–97. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jss.2019.01.001>
2. Auer, F., Lenarduzzi, V., Felderer, M., Taibi, D. (2021). From monolithic systems to Microservices: An assessment framework. *Information and Software Technology*, 137. doi: <http://doi.org/10.1016/j.infsof.2021.106600>
3. Dragoni, N., Lanese, I., Larsen, S. T., Mazzara, M., Mustafin, R., Safina, L. (2017). Microservices: How to make your application scale. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 95–104. doi: http://doi.org/10.1007/978-3-319-74313-4_8
4. Belonozhko, M. L., Abramovskiy, A. L. (2014). Distantionsnaya model obucheniya studentov sovremennogo vuza na baze elektronnoy obrazovatelnoy sredy. *Fundamentalnye issledovaniya*, 5-3, 620–624. Available at: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=33931>
5. Chatzopoulou, D. I., Economides, A. A. (2010). Adaptive assessment of student's knowledge in programming courses. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26 (4), 258–269. doi: <http://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2010.00363.x>
6. Melesko, J., Kurilovas, E. (2016). Personalised intelligent multi-agent learning system for engineering courses. *2016 IEEE 4th Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering (AIEEE)*. doi: <http://doi.org/10.1109/aiee.2016.7821821>
7. Kristensen, T., Dyngeland, M. (2015). Design and Development of a Multi-Agent E-Learning System. *International Journal of Agent Technologies and Systems*, 7 (2), 19–74. doi: <http://doi.org/10.4018/ijats.2015040102>
8. Artamonov, E. B., Zholdakov, O. O. (2010). Concept of creating a software environment for automated text manipulation. *Proceedings of National Aviation University*, 44 (3), 111–115. doi: <http://doi.org/10.18372/2306-1472.44.1916>
9. Artamonov, Ye. B. (2017). Rozrobka pidkholdu do formuvannya adaptivnykh navchalnykh resursiv. *Visnyk inzhenernoi akademii Ukrainy*, 1, 239–243.
10. Gnatyuk, S., Sydorenko, V., Polihenko, O., Sotnichenko, Y., Nechyporuk, O. (2020). Studies on the disasters criticality assessment in aviation information infrastructure. *CEUR Workshop Proceedings*, 282–296.
11. Gnatyuk, S. (2019). Multilevel Unified Data Model for Critical Aviation Information Systems Cybersecurity. *2019 IEEE 5th International Conference Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments (APUAVD)*, 242–247. doi: <http://doi.org/10.1109/apuavd47061.2019.8943833>
12. Al-Zazeh, J., Litvinenko, A., Kucherov, D., Kashkevych, I.-F., Bagisov, Z. (2020). Methods for obtaining of management decisions during evaluating the controlled parameters by qualitative categories. *CEUR Workshop Proceedings*, 2654, 402–420.
13. Litvinenko, A. (2020). Algorithms for Solution Inference Based on Unified Logical Control Models. *Cybernetics and Systems Analysis*, 56 (2), 187–194. doi: <http://doi.org/10.1007/s10559-020-00234-9>

14. Nechyporuk, O., Kashkevich, I.-F., Suprun, O., Nechyporuk, V., Poburko, O., Apenko, N. (2020). Identification of Combinations of Faults in Multilevel Information Systems. *2020 IEEE XVth International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH)*, 76–81. doi: <http://doi.org/10.1109/memstech49584.2020.9109465>
15. Kucherov, D., Sushchenko, O., Kozub, A. (2019). Operator Training for Unmanned Aerial Vehicles Control. *2019 IEEE 5th International Conference Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Developments (APUAVD)*, 31–34. doi: <http://doi.org/10.1109/apuavd47061.2019.8943918>
16. Kucherov, D., Sushchenko, O., Kozub, A., Petrov, A. (2019). Assessment of operator-pilot training in conflict situations. *CEUR Workshop Proceedings*.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.237765

ANALYSIS OF THE SYSTEM OF AUTOMATIC CHANGE MODES OF THE HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX OF TRAINING OF INVALIDS OF SIGHT OF BRAILLE

pages 51–55

Valerii Tkachenko, PhD, Associate Professor, Department of Computer Control Systems, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, e-mail: tkachenkv@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1759-7267>

Vitalii Shevchenko, Senior Researcher, Ukrainian Research Institute of Special Equipment and Forensic Science of the Security Service of Ukraine, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5095-1160>

The object of research is the hardware-software complex of learning Braille. The research is aimed at the analysis of the use of the system of automatic change of modes of the hardware-software complex depending on the results of the user's tasks.

As part of the development of the project for the implementation of hardware and software for the training of the visually impaired in Braille, there is a need to analyze the operation of the updated control system for the order of output of letters. The solution was a software bridge that connects devices to a remote database server via smartphones, where learning results are stored. To solve this problem, the algorithm for changing the modes of letter output was modified, the module of connection of the hardware and software complex with the phone was implemented, the file structure for information transfer to the database was developed.

After the introduction of updates in the hardware and software complexes of users, an analysis of the training was conducted. Statistics were collected according to the following parameters: selected language, type of game, correct and user answers, mode of output of letters, date-time of answer and operation of changing of the mode of output of letters. The analysis used data on the first and last states of the mode of output of letters for one day without reference to games and languages. The research was conducted over 30 calendar days for 100 users, but the data were reduced to 15 days, as some users were not study every day, and the day of study was taken.

The research showed a tendency to change learning to groups of letters of the highest complexity. Less than a third of users stayed at the first level, which provides for the next update of the software to collect data on the age of the user, because children under 5 years do not learn the letters of the third group of complexity.

Keywords: hardware and software complex, Braille, tactile font, education for the visually impaired, game forms of education.

References

1. *World report on vision* (2019). World health organization. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241516570>
2. *Visual impairment and blindness*. World health organization. Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/>
3. Krasnomovets, V. (2010). Human development of disabled people: provision status estimation. *Naukovi pratsi KNTU. Ekonomichni nauky*, 17, 367–373.
4. Synova, Ye. P. (2003). *Reliefno-krapkove pismo slipykh. Shryft Lui Brailia*. Kyiv, 108. Available at: <http://fate-yahoo.narod.ru/articles/sineva-shrift.html>
5. Artamonov, Ye. B., Dluzhevskiy, A. O., Panforov, O. V. (2015). A. s. na kompiuternu prohramu «Navchalnyi kompleks dlia vyuchennia shryfta Brailia». Derzhavna sluzhba intelektualnoi vlasnosti. Svidotstvo No. 59638. 13.05.2015. (Rishennia pro reiestratsiiu No. 60041. 17.03.2015).
6. Artamonov, Ye. B., Panforov, O. V. (2016). Formation of adaptive dynamic scenarios in computer educational systems. *Technology Audit and Production Reserves*, 6 (1 (32)), 66–71. doi: <http://doi.org/10.15587/2312-8372.2016.86342>
7. Artamonov, Ye. B. (2017). Systema adaptatsii navchalnoho protsesu do korystuvachiv v aparatno-prohramnomu kompleksi navchannia shryftu Brailia. *Visnyk inzhenernoi akademii Ukrainy*, 2, 230–236.
8. Tan, C. (2018). Braille and the Need to Innovate for the Blind. *Annals of the Academy of Medicine*, 47, 1–2.
9. Guerreiro, J., Gonçalves, D., Marques, D., Guerreiro, T., Nicolau, H., Montague, K. (2013). The Today and Tomorrow of Braille Learning. *ACM SIGACCESS Computers and Accessibility*. doi: <http://doi.org/10.1145/2513383.2513415>
10. Ozioko, O., Navaraj, W. T., Yogeswaran, N., Hersh, M., Dahiya, R. (2018). Tactile Communication System for the Interaction between Deafblind and Robots. *27th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)*, 416–421. doi: <http://doi.org/10.1109/roman.2018.8525725>
11. Ghosh, M., Ghosh, S., Ray, A., Roy, M., Ghosh, A., Das, M., Neogi, B. (2016). Design Aspects of Braille Display Board for Visually Disabled. *Microelectronics, Circuits and Systems. Micro 2016*, 229–234.
12. Sutariya, R. D., Singh, H. S., Babariya, S. R., Kadiyar, S. A., Modi, D. H. (2017). Refreshable Braille Display for the Visually Impaired. *2017 14th IEEE India Council International Conference (INDICON)*. doi: <http://doi.org/10.1109/indicon.2017.8487232>

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.237949

DEVELOPMENT OF METHOD FOR ROAD NETWORK MANAGEMENT PROGRAM OPTIMIZATION

pages 56–60

Nikolay Dmytrychenko, Doctor of Technical Science, Professor, Department of Production, Repair and Material Sciences, National Transport University, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4223-1838>

Anna Kharchenko, PhD, Associate Professor, Department of Transport Construction and Property Management, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: anna-x3@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8166-6389>

The object of research is the processes of road network management. The main hypothesis of the study is the application of optimization methods to the road asset management program, which allows to implement a road maintenance strategy, which includes a set of measures involved in ensuring and maintaining roads at the appropriate operational level. In general, the sequence of asset management begins with the definition of objectives, policy of road administrations and the available budget. According to this starting point, data collection, performance monitoring, analysis of options and optimization programs, selection and implementation of a set of projects are performed. The goals and objectives of road project management depending on the category are considered. The model of strategic planning of the program on management of a network of highways is offered and the modern architecture of model is constructed. The main approaches to the optimization of the road asset management program are identified. The target function for the optimization model is proposed, which is to minimize the cost of maintenance of the road network and defines the goals to be achieved in the optimization process. The optimization model is a mathematical description designed to compare alternative strategies and identify the relative benefits of each strategy according to the assigned decision criteria, such as safety, cost, environment and others. The main idea and goal of road network management projects is to improve maintenance practices and policies and thus improve the condition of the network, or maintain it at the current level, taking into account resource constraints. The results of program optimization have practical value and can be used to manage road repair and operation projects depending on:

- defined project goals and plans, including scheduling, budgeting, planning, established efficiency requirements and selection of project participants;
- maximizing the efficient use of resources;
- implementation of functions of coordination and control, planning, design, evaluation, conclusion of contracts and implementation of projects under contracts.

Keywords: optimization method, control program, road project, road network.

References

1. Norris, J. (2013). *Pavement Management Study*. Transportation, Land Development, Environmental Services. North Castle, 40.
2. Sodikov, J. (2015). Road asset management systems in developing countries: case study Uzbekistan. *Science Journal of Transportation*, 6, 48–58. Available at: https://www.researchgate.net/publication/272415247_ROAD_ASSET_MANAGEMENT_SYSTEMS_IN_DEVELOPING_COUNTRIES_CASE_STUDY_UZBEKISTAN
3. Zhou, Q., Okte, E., Sen, S., Ozer, H., Al-Qadi, I. L., Roesler, J. R., Chatti, K. (2019). *Development of a life-cycle assessment tool for pavement preservation and maintenance on flexible and rigid pavement*. Final project report Vol. I. Available at: <https://apps.ict.illinois.edu/projects/getfile.asp?id=8865>
4. Road Asset Management (2005). *Transit New Zealand*. Available at: <http://www.nzta.govt.nz/resources/chipsealing-new-zealand-manual/docs/05-road-asset-management.pdf>
5. Lapidus, A., Makarov, A. (2016). Fuzzy sets on step of planning of experiment for organization and management of construction processes. *MATEC Web of Conferences*, 86. doi: <http://doi.org/10.1051/mateconf/20168605003>
6. Dojutrek, M. S., Makwana, P. A., Labi, S. (2012). *A Methodology for Highway Asset Valuation in Indiana*. Publication FHWA/IN/JTRP-2012/31. Joint Transportation Research Program, Indiana Department of Transportation and Purdue University. West Lafayette. doi: <http://doi.org/10.5703/1288284315035>
7. McNeil, S. (2000). *Asset Management and Asset Valuation: The Implication of the Government Accounting Standards Bureau (GASB) Standards for Reporting Capital Assets*. Midcontinent Transportation Symposium. Minnesota, 34–37.
8. Switzer, A., McNeil, S. (2004). Developing a Road Map for Transportation Asset Management Research. *Public Works Management & Policy*, 8 (3), 162–175. doi: <http://doi.org/10.1177/1087724x03259475>
9. McPherson, K., Bennett, C. R. (2006). *Success Factors for Road Management Systems*. Transport Notes Series; No. TRN 29. The World Bank. Washington. Available at: <http://hdl.handle.net/10986/11777>
10. Robinson, R., Danielson, U., Snaith, M. (1998). *Road Maintenance Management. Concepts and Systems*. London: Macmillan press Ltd, 312. doi: <http://doi.org/10.1007/978-1-349-14676-5>



INFORMATION TECHNOLOGIES

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.237271

РОЗРОБКА МЕТОДУ СИНТЕЗУ КІХ-ФІЛЬТРІВ З КАСКАДНОЮ СТРУКТУРОЮ НА БАЗІ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ сторінки 6–11**Петросяк Р. В., Чухов В. В., Петросяк А. Р.**

Об'єктом дослідження є процес цифрової обробки сигналів, предметом дослідження – методи синтезу цифрових фільтрів з кінцевою імпульсною характеристикою на базі генетичного алгоритму. Цифрова фільтрація – одне із завдань цифрової обробки сигналу. КІХ-фільтри є стійкими завжди та забезпечують постійну групову затримку. Існують різні методи синтезу цифрових фільтрів, але всі вони спрямовані на синтез фільтрів з прямою структурою.

Одним з найбільш проблемних місць цифрового фільтра з прямою структурою в цифровій обробці є висока чутливість характеристик фільтра до неточності задання коефіцієнтів фільтра. Методи синтезу фільтрів на основі генетичного алгоритму використовують ідеальний фільтр в якості такого, що апроксимується. Такий підхід має ряд недоліків: ускладнюється пошук оптимального рішення; збільшується час обчислень.

В ході дослідження використовувалися: метод випадкового пошуку, який лежить в основі генетичного алгоритму (призначений для вирішення завдань оптимізації); теорія цифрової фільтрації при аналізі фільтрів; чисельні методи при моделюванні в програмі на мові Python. Отримано метод синтезу КІХ-фільтра з каскадною структурою, який менш чутливий до ефекту кінцевої розрядності. Вдалося знизити час обчислень. Це пов'язано з тим, що запропонований метод виконує пошук найбільш придатних коефіцієнтів фільтра на основі генетичного алгоритму та має ряд особливостей, зокрема, в якості амплітудно-частотної характеристики, що апроксимується, запропоновано використовувати кусочно-лінійну функцію.

Завдяки цьому забезпечується можливість знизити кількість популяцій генетичного алгоритму при пошуці рішення. Синтез КІХ-фільтра з каскадною структурою на базі генетичного алгоритму показав, що для фільтра 24 порядку знадобилося близько 30–40 поколінь, щоб отримати параметри фільтра, близькі до оптимальних значень. У порівнянні з класичними методами синтезу фільтрів забезпечуються наступні переваги: обчислення коефіцієнтів фільтра з каскадною структурою безпосередньо, можливість оптимізації коефіцієнтів з обмеженою розрядністю.

Ключові слова: генетичний алгоритм, КІХ-фільтр, каскадна структура цифрового фільтра, середньоквадратичне відхилення, кусочно-лінійна функція.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.237451

АНАЛІЗ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ВИЯВЛЕННЯ НОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ЕФЕКТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ НА ПРИКЛАДІ ФІНАНСОВОГО РИНКУ УКРАЇНИ сторінки 12–15**Рудянова Т. М., Лебідь О. Ю.**

Об'єктом дослідження є сучасні інноваційні інформаційні технології як фактор трансформації фінансового ринку. Предметом дослідження є теоретико-методологічні засади використання фінансових технологій в фінансовому секторі економіки. Однією з важливих проблем для світового фінансового ринку сьогодні є підвищення ефективності його функціонування за допомогою впровадження сучасних методів управління, заснованих на інноваційних інформаційних технологіях. Найбільш проблемним місцем є застосування пропріетарного програмного забезпечення. Важливість останнього чинника з кожним роком зростає в зв'язку з посиленням вимог законодавства та тиску з боку правовласників. Саме тому доцільно запропонувати платформу Blueshift, яка буде сприяти розширенню можливостей та виконуваних функцій фінансово-економічної діяльності.

В ході дослідження використовувалися методи збору, обробки та інтерпретації інформації щодо інноваційних фінансових продуктів, а також теоретичне узагальнення, аналіз визначень, проведення порівняльного аналізу, конкретизація та систематизація сучасних фінансових технологій, спостереження та наочне представлення результатів аналізу.

Основна гіпотеза дослідження полягає в припущенні, що використання сучасних інноваційних інформаційних платформ дозволить активним користувачам підвищити ефективність прийняття готових рішень при розв'язанні завдань, що виникають у фінансовому секторі економіки. Підтвердити цю гіпотезу неможливо без детального аналізу фінансових технологій, а також інновацій, пов'язаних з сучасними системами з відкритим кодом (Open Source), які дозволяють учасникам фінансового ринку знизити витрати та максимізувати ймовірність захисту даних. В роботі запропоновано використовувати платформу Blueshift для досліджень та впровадження систематичних інвестиційних стратегій на основі її вбудованих можливостей. Проаналізовано недоліки та переваги використання платформи Blueshift у ролі «платформи як послуги». Завдяки такому нововведенню можуть бути отримані такі переваги в функціоналі, як безпека інформації, легкість адаптації, економічна вигода.

Ключові слова: інноваційні процеси, інформаційні технології, фінансовий ринок, візуальне програмування, open source, платформа Blueshift.

SYSTEMS AND CONTROL PROCESSES

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.237762

РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ УСТАНОВКОЮ ПІРОЛІЗУ ВІДХОДІВ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ ЗІ ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ сторінки 16–21**Максименко А. О.**

Об'єктом дослідження є система управління реактором піролізу відходів агропромислового комплексу (рослинної біомаси). Предметом дослідження є стабільність і величина теплотворної здатності синтезу газу, утвореного шляхом піролізу рослинної біомаси. Найбільшою проблемою технологічного об'єкту – піролізного реактору відходів агропромислового комплексу – є висока чутливість теплотворної здатності синтезу газу до збурень складу рослинної біомаси. Ця чутливість виражається квадратичною залежністю від кількості окисника, необхідного для досягнення найвищої теплотворної здатності. Іншою проблемою є відхилення певних етапів часу об'єкта управління, викликана змінами хімічного складу рослинної біомаси.

Побудована система керування забезпечує високу теплотворну здатність утвореного синтез-газу, шляхом визначення складу відходів, що піролізується за допомогою визначення складу утвореного синтез-газу в окремому ізоентальпійному пристрої, і стабілізує її. Інформація про склад сировини дозволяє обчислити оптимальні параметри для процесу піролізу, і відповідно, оновити завдання регулятора. Також ця інформація дозволяє компенсувати зміни сталих часу об'єкта управління, викликані змінами хімічного складу сировини, що дозволило досягнути високої робастності системи. Компенсація цих змін проводилася шляхом навчання регресійного поліному. Навчання проводилось на тестових наборах відхилень сталих часу. Отримані поліноми використовувалися для згортки з функціями приналежності нечіткого регулятора. Така згортка дозволила отримати такі функції приналежності, що забезпечують дотримання параметрів якості керування, близьких до тих, що отримані без відхилень сталих часу. Моделювання побудованої системи керування показало значно знижену чутливість теплотворної здатності від складу сировини, а також виявило низьку чутливість якості керування від відхилень значень сталих часу об'єкта управління, викликаних збуреннями хімічного складу відходів.

Метод, яким було побудовано систему керування для піролізного реактора, відрізняється від існуючих тим, що використання інформації про склад речовини, що піролізується, використовується для точного обчислення оптимальних значень параметрів піролізу, а також для муштації функцій приналежності нечіткого регулятора. Метод можливо використовувати в інших подібних системах, призначених для піролізу органічних речовин з метою розширення їх сфери застосування. А саме, для інтеграції таких систем в технологічні об'єкти, більш чутливі до відхилень теплотворної здатності газу, що використовується як паливо.

Ключові слова: піролізний реактор, система керування, нечіткий регулятор, робастність системи, якість керування.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.235465

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ СТРУКТУРОЮ ТА ПАРАМЕТРАМИ ЗАВАДОЗАХИСТУ СИСТЕМ РАДІОЗВ'ЯЗКУ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ сторінки 22–27

Міночкін А. І., Шишацький А. В., Гасак В. І., Гасак А. І., Опалак А. В., Глушко А. І., Демченко О. В., Ляшенко Г. Т., Гаврилюк О. Г., Остапенко С. В.

Системи військового радіозв'язку є основою систем управління спеціального призначення та є об'єктом першочергового впливу противника. Тому питання підвищення заводозахищеності систем військового радіозв'язку є важливим та потребує подальших досліджень. Отже, об'єктом дослідження обрано систему військового радіозв'язку. Підтримання заданого рівня заводозахищеності систем військового радіозв'язку є однією з ключових проблем при управлінні радіоресурсом, ефективно управління яким дозволяє використовувати весь придатний частотний діапазон для передавання (приймання) електромагнітної енергії радіоелектронними засобами. Питанням пошуку шляхів підвищення заводозахищеності систем та засобів військового радіозв'язку присвячено низку робіт. Одним з таких шляхів є розробка нових (удосконалення існуючих) підходів з оцінювання ефективності управління засобами заводозахисту систем військового радіозв'язку. У даній роботі вирішено завдання з удосконалення методики багатокритеріального оцінювання ефективності управління структурою та параметрами заводозахисту систем військового радіозв'язку.

Наукове завдання вирішено за допомогою багатокритеріальної оцінки рівня заводозахисту системи військового радіозв'язку, графічного відображення виконаних та невиконаних завдань, агрегаційної схеми формування інтегрованої оцінки заводозахисту. При дослідженні були використані наукові методи аналізу та синтезу, а також положення теорії сигнально-кодових конструкцій та положення теорії складних технічних систем. Особливість запропонованого удосконалення методики полягає в багатокритеріальній оцінці рівня заводозахищеності системи військового радіозв'язку та засобів радіозв'язку в умовах радіоелектронного конфлікту. Запропонована методика дозволяє:

- оцінити ефективність управління засобами заводозахисту;
- обґрунтувати оптимальну конфігурацію системи військового радіозв'язку при вирішенні завдань управління заводозахистом в умовах радіоелектронного конфлікту;
- визначити шляхи підвищення заводозахищеності на етапі оперативного управління системою військового радіозв'язку в умовах радіоелектронного конфлікту.

Результати дослідження доцільно використовувати при оцінці ефективності управління засобами заводозахисту систем військового радіозв'язку та визначенні оптимальної структури та параметрів систем військового радіозв'язку.

Ключові слова: військовий радіозв'язок, багатокритеріальне оцінювання, радіоелектронний конфлікт, деструктивний вплив, заводозахищеність, радіоресурс, сигнально-кодові конструкції.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.237455

АНАЛІЗ ЕЛЕМЕНТІВ ВИКЛАДАННЯ ТЕХНІЧНИХ ТА МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН В СУЧАСНІЙ ДИСТАНЦІЙНІЙ ОСВІТІ сторінки 28–32

Бізюк А. В., Бізюк В. В., Шакурова Т. В.

Об'єктом дослідження є якість викладання технічних та математичних дисциплін в сучасній дистанційній освіті. Одним з найбільш проблемних місць є зв'язок, діалог між викладачем і студентом, проблеми особистості в діаді «викладач-студент», ефективність зворотного зв'язку. Ідея дистанційного навчання, як очевидно, полягає в тому, що взаємодія викладача й студента відбувається у віртуальному просторі. Чим ефективніше будувати цю взаємодію шляхом використання різноманітних прийомів, способів, тим якісніше процес викладання. Дистанційне навчання, по суті, являє собою особисто-орієнтовану форму навчання. Це окрема сучасна освітня технологія, яка надає можливість вибору викладача, можливість підбору навчального матеріалу залежно від інформаційної потреби студентів.

В ході дослідження було розглянуто основні можливості поліпшення ефективності зворотного зв'язку між студентом та викладачем та форми втілення такого зв'язку. Обґрунтовано організаційно-педагогічні умови застосування системи певних елементів дистанційного навчання в процесі фахової підготовки. Описані сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців. Запропоновано більш активно використовувати такі елементи, як інтерактивна дошка, інтерактивне опрацювання висловів студентів під час опитування, як у формі тестів або форуму, так і у формі «хмари слів». Використання наведених інтерактивних елементів вдало зарекомендувало себе на практиці.

Як інструмент об'єктивного оцінювання рівня зворотного зв'язку пропонується порівняльний аналіз статистичних даних, який стосується розподілу оцінок на початку та наприкінці курсу дистанційного навчання. Ці дані також можна тлумачити, як показник якості ви-

кладання. Зокрема, проводився аналіз шкільної підготовки студентів до опанування математичних дисциплін у вищій школі. Порівняльний аналіз обґрунтував, зокрема, необхідність додаткових занять для студентів зі слабкою підготовкою.

Ключові слова: дистанційна освіта, математичні дисципліни, технічні дисципліни, якість викладання, діалог викладач – студент, зворотній зв'язок.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.237447

РОЗРОБКА МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СТРУКТУРИ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ВИРОБІВ ЗІ СПЕЧЕНИХ ТВЕРДИХ СПЛАВІВ СИСТЕМИ WC-(Co+Ni+Cr) НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ПАРАМЕТРІВ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ КОЛИВАНЬ сторінки 33–38

Пашинський В. В., Бойко І. О.

Об'єктом дослідження є тверді сплави, які мають каркасну морфологію карбідної фази, в яких частинки стикаються одна з одною, а проміжки між ними заповнені зв'язуючою фазою. Механічні та службові характеристики таких матеріалів залежать від ступеню розвитку каркасної структури.

Одним з найбільш проблемних місць є відсутність неруйнуючих методик визначення параметрів структури. Впровадження таких методик дозволить отримати об'єктивну інформацію, щодо структури матеріалу та використовувати її для оцінки якості виробів. В ході дослідження визначили параметри розсіювання пружних коливань в неоднорідних середовищах. Основна гіпотеза дослідження полягає в припущенні, що процеси дисипації енергії протікають як в самих структурних елементах (зерна карбиду і ділянки зв'язки), так і на їх границях. Тому оцінка процесів дисипації дозволить отримати кількісну оцінку параметрів структури сплавів, що дозволить оцінити якість матеріалу. Як параметри, що характеризують розповсюдження ультразвукових коливань, були вибрані характеристики: швидкість розповсюдження коливань, рівень фону по відношенню до амплітуди донного імпульсу, коефіцієнт загасання коливань. Визначені параметри співставляли з характеристиками якості виробів та параметрами мікроструктури, що визначалися методами кількісної металографії та визначали статистичні характеристики зв'язку між параметрами.

В результаті були розроблені нові процедури контролю якості твердосплавних виробів. Характеристики суміжності карбідного каркаса спеченого твердого сплаву визначали за результатами вимірювання швидкості розповсюдження ультразвукових коливань. Оцінку рівня пористості з розміром пор менше 1 мм виконували за результатами вимірювання відносної амплітуди фону розсіювання ультразвукових коливань. Запропоновані методики є неруйнуючими і проводяться в одному циклі з виконанням ультразвукової дефектоскопії, якою піддаються 100 % виробів. Дані методики упроваджені при виробництві твердосплавних валків методом керованого гарячого вакуумного пресування. Вони стали складовою частиною системи контролю характеристик якості твердосплавних валків.

Ключові слова: тверді сплави, зерна карбиду, каркасна структура, гетерогенні матеріали, ультразвукові коливання, поглинання енергії, затухання коливань.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.237433

АНАЛІЗ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ МОБІЛЬНОСТІ ВУЗЛІВ ЗВ'ЯЗКУ СИСТЕМ РАДІОЗВ'ЯЗКУ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ сторінки 39–44

Налалко О. Л., Сова О. Я., Шишацький А. В., Гасан А. І., Величко В. П., Троцько О. О., Меркотан Д. Ю., Протас Н. М., Лазута Р. Р., Яковчук О. В.

Об'єктом дослідження є система військового радіозв'язку. Одним з проблемних місць в частині підвищення ефективності систем військового радіозв'язку є коректний опис процесу руху в них. Ефективна робота протоколів маршрутизації можлива лише за умов наявності достовірної інформації про топологію мережі для вузлів мережі. Таким чином, з цією інформацією пакети можуть бути перенаправлені коректно між відправником та одержувачем. Враховуючи, що мобільність окремих вузлів має незначне значення в бездротових мережах спеціального призначення, оскільки вузли в мережі демонструють властивість рухливості групи вузлів. Це спостереження безпосередньо пов'язане з самим існуванням бездротових мереж військового призначення з можливістю до самоорганізації, тобто для підтримки групової співпраці та групової діяльності. У даній роботі вирішено завдання аналізу (декомпозиції) моделей мобільності мереж військового радіозв'язку з можливістю до самоорганізації. Проведено класифікацію моделей мобільності, опис окремих моделей мобільності та проаналізовано різні наявні на сьогоднішній день аспекти, а також ті властивості, яких бракує при спробі моделювати рух окремих вузлів. Під час дослідження проведено аналіз випадкових, напівдетермінованих та детермінованих моделей. Визначено переваги та недоліки перелічених вище моделей.

В ході проведеного дослідження були використані основні положення теорії масового обслуговування, теорії автоматизації, теорії складних технічних систем, а також загальнонаукові методи пізнання, а саме аналізу та синтезу.

Результати дослідження стануть у нагоді при:

- синтезі математичних моделей мобільності вузлів;
- оцінці ефективності науково-методичного апарату оцінки мобільності вузлів;
- обґрунтуванні рекомендацій щодо підвищення ефективності мобільних радіомереж;
- аналізі радіоелектронної обстановки в ході ведення бойових дій (операцій);
- при створенні перспективних технологій підвищення ефективності мобільних радіомереж.

Ключові слова: протоколи маршрутизації, моделі мобільності, Ad Hoc Networks, системи передачі даних.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.237760

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ МІКРОСЕРВІСІВ В ЕЛЕКТРОННІЙ СИСТЕМІ НАВЧАННЯ З БАГАТОВАРІАНТНИМ ДОСТУПОМ ДО НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ сторінки 45–50

Артамонов Є. Б., Головач Ю. Ю., Зимовченко В. О.

Об'єктом дослідження є електронна система навчання. Предметом дослідження – метод використання мікросервісів при побудові онлайн-систем. Одним з найбільш проблемних місць при розробці високонавантажених онлайн-систем є узгодження роботи всіх

мікросервісів в єдиній системі та розподіл навантаження на апаратні ресурси при критичних показниках використання системи. Це призводить до ускладнення процесу розробки, впровадження та експлуатації системи навчання, а також високим вимогам до персоналу, який буде здійснювати підтримку роботи системи.

В ході дослідження під час переходу з монолітної архітектури електронної системи навчання до мікросервісної проводився контроль основних показників апаратного забезпечення серверів і усередненого часу відгуку на запити користувачів. Дані показники були основними під час налаштування системи в цілому та балансуванню навантаження при її експлуатації.

Запропонований метод реалізації системи дозволяє істотно зменшити вимоги до апаратного забезпечення та зменшити час відгуку системи в умовах високого навантаження (від 10000 унікальних користувачів в одиницю часу). Також даний метод істотно спрощує розробку та модифікацію онлайн-систем, в яких використовується велика кількість різних ролей користувачів і розмежування рівнів доступу до системи.

Отримані результати апробації методу дозволяють вважати його ефективним інструментом для розробки онлайн-систем навчання з різноманітним доступом до навчальних матеріалів. На відміну від існуючих монолітних архітектур, запропонований метод дозволяє управляти ресурсами системи та застосовувати нові налаштування без перезавантаження, що дозволяє забезпечити безперервність експлуатації системи. Як обґрунтування цього методу запропоновано варіанти реалізації онлайн-систем навчання та налаштування для балансування навантаження. Управління балансуванням навантаження при мікросервісній архітектурі реалізації систем здійснюється на основі оцінки завантаження ядер процесорів і використання оперативної пам'яті сервісами системи.

Ключові слова: монолітна архітектура, мікросервісна архітектура, електронна система навчання, багатоваріантний доступ, балансування навантаження.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.237765

АНАЛІЗ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОЇ ЗМІНИ РЕЖИМІВ РОБОТИ АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ НАВЧАННЯ ІНВАЛІДІВ ЗОРУ ШРИФТУ БРАЙЛЯ сторінки 51–55

Ткаченко В. Г., Шевченко В. П.

Об'єктом дослідження є апаратно-програмний комплекс навчання шрифту Брайля. Дослідження направлено на аналіз впровадження системи автоматичної зміни режимів роботи апаратно-програмного комплексу в залежності від результатів виконання завдань користувачем.

В рамках розвитку проєкту по реалізації апаратно-програмного комплексу навчання інвалідів зору шрифту Брайля з'явилась необхідність проаналізувати роботу оновленої системи управління режимами порядку виведення букв. Рішенням виявився програмний міст, який через смартфони з'єднує пристрої з віддаленим сервером бази даних, де зберігаються результати навчання. Для вирішення цього завдання був модифікований алгоритм зміни режимів порядку виведення букв, реалізований модуль з'єднання апаратно-програмного комплексу з телефоном, розроблена структура файлу для передачі інформації в базу даних.

Після впровадження оновлень в апаратно-програмних комплексах користувачів було проведено аналіз проходження навчання. Статистика збиралася за наступними параметрами: обрана мова, тип ігри, правильна відповідь і відповідь користувача, зміна режиму порядку виведення букв, часу відповіді та часу спрацювання зміни режиму виведення букв. В аналізі використовувалися дані по першому та останньому станам режиму порядку виведення букв протягом одного дня без прив'язки до ігор і мов. Дослідження проводилося протягом 30 календарних днів для 100 користувачів, але дані були зведені до 15 днів, так як деякі користувачі займалися не щодня, і враховувалися дані по дню заняття.

Дослідження показало прискорення переходу на групу букв вищої категорії складності з меншою кількістю помилок за курс навчання. Менше третини користувачів залишилися на першому рівні, що передбачає в наступному оновленні програмного забезпечення забезпечити збір даних про вік користувача, тому що діти до 5 років не вивчають літери третьої групи складності.

Ключові слова: апаратно-програмний комплекс, шрифт Брайля, тактильний шрифт, навчання інвалідів зору, ігрові форми навчання.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.237949

РОЗРОБКА МЕТОДУ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОГРАМИ УПРАВЛІННЯ МЕРЕЖЕЮ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ сторінки 56–60

Дмитриченко М. Ф., Харченко А. М.

Об'єктом дослідження є процеси управління мережею автомобільних доріг. Головною гіпотезою дослідження є застосування методів оптимізації до програми управління дорожніми активами, що дозволяє реалізовувати стратегію утримання доріг, яка охоплює набір заходів, що беруть участь у забезпеченні та підтримці доріг на належному експлуатаційному рівні. Загалом послідовність управління активами починається з визначення цілей, політики дорожніх адміністрацій та наявного бюджету. Згідно цього вихідного положення виконується збір даних, моніторинг ефективності, аналіз варіантів та програми оптимізації, вибір та реалізація набору проєктів. В дослідженні розглянуто цілі та завдання управління дорожніми проєктами залежно від категорії. Запропоновано модель стратегічного планування програми з управління мережею автомобільних доріг та побудовано сучасну архітектуру моделі. Визначено основні підходи до оптимізації програми управління дорожніми активами. Запропонована цільова функція для оптимізаційної моделі, яка полягає в мінімізації витрат на експлуатаційне утримання мережі доріг та визначає цілі, які мають бути досягнуті в процесі оптимізації. Модель оптимізації являє собою математичний опис, призначений для порівняння альтернативних стратегій та виявлення відносних переваг кожної стратегії відповідно до призначених критеріїв прийняття рішень, таких як безпека, вартість, екологія та інші. Основною ідеєю та метою проєктів управління мережею автомобільних доріг є вдосконалення практики та політики утримання і тим самим покращення стану мережі, або підтримка його на сучасному рівні з урахуванням ресурсних обмежень. Результати оптимізації програми мають практичну цінність та можуть слугувати для управління проєктами ремонтів та експлуатації автомобільних доріг залежно від:

- визначених цілей та планів проєкту, включаючи розмежування обсягу, складання бюджету, планування, встановлених вимог до ефективності та вибору учасників проєкту;
- максимізації ефективного використання ресурсів;
- здійснення функцій координації та контролю, планування, проєктування, оцінки, укладання контрактів та виконання проєктів за контрактами.

Ключові слова: метод оптимізації, програма управління, дорожній проєкт, мережа автомобільних доріг.