

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.253096

DETERMINING THE PERFORMANCE INDICATORS OF EMPLOYING COMBINED METHODS FOR REMOVING SPACE OBJECTS FROM NEAR-EARTH ORBITS (p. 6–12)**Mykola Dron'**

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9275-4296>**Tetiana Hilorme**

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9598-6532>**Aleksandr Golubek**

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7764-6278>**Andrii Dreus**

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0598-9287>**Ludmila Dubovik**

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1178-9281>

A methodology for assessing the relative effectiveness of alternative options for building space object diversion systems has been improved. An algorithm for assessing the effectiveness of the system of removal of space objects from near-Earth orbit based on the method of integral assessment is given. It makes it possible to simplify the process of optimal choice of the method to divert space objects and determine efficiency in the early phases of the life cycle of rocket and space technology objects. The use of the appropriate toolset makes it possible to build a system for assessing the effectiveness of projects for the removal of space objects from low Earth orbits using various diversion methods (active, passive, combined). The analysis of defining world indicators of evaluation of objects of rocket and space technology based on regulations by international space agencies has been carried out. An indicator of the total integrated relative efficiency of projects of space object diversion systems from low Earth orbits has been proposed, which makes it possible to build the removal of passive, active, and combined methods for leveling the risks of space activities. It is argued that the selected combined system using an autophagic launch vehicle could reduce environmental losses and, as a result, reduce compensation payments to owners of space objects. The possibilities of building combined systems with reusable engines have been considered in order to reduce such indicators as the period of diversion and reduction of operating costs due to fuel economy.

Keywords: rocket and space technology, space object, space debris, combined diversion system, low Earth orbits.

References

- Start-Up Space: Update on Investment in Commercial Space Ventures. Bryce Space and Technology. Available at: https://brycetechnology.com/reports/report-documents/Bryce_Start_Up_Space_2020.pdf
- Clean Space. The European Space Agency. Available at: https://www.esa.int/Safety_Security/Clean_Space
- Maclay, T., McKnight, D. (2021). Space environment management: Framing the objective and setting priorities for controlling orbital debris risk. *Journal of Space Safety Engineering*, 8 (1), 93–97. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.11.002>
- Weinzierl, M. (2018). Space, the Final Economic Frontier. *Journal of Economic Perspectives*, 32 (2), 173–192. doi: <https://doi.org/10.1257/jep.32.2.173>
- Bowen, B. E. (2018). The RAF and Space Doctrine: A Second Century and a Second Space Age. *The RUSI Journal*, 163 (3), 58–65. doi: <https://doi.org/10.1080/03071847.2018.1494349>
- Brady, K. R. (2017). Safety, Security, and Society in the New Space Age: Exploring the Enforcement Structures and Concerns of Post-planetary Humanity. *New Space*, 5 (1), 15–20. doi: <https://doi.org/10.1089/space.2016.0013>
- Czerny, B., Beaton, R., Bejger, M., Cackett, E., Dall'Ora, M., Holanda, R. F. L. et. al. (2018). Astronomical Distance Determination in the Space Age. *Space Science Reviews*, 214 (1). doi: <https://doi.org/10.1007/s11214-018-0466-9>
- Muelhaupt, T. J., Sorge, M. E., Morin, J., Wilson, R. S. (2019). Space traffic management in the new space era. *Journal of Space Safety Engineering*, 6 (2), 80–87. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2019.05.007>
- Prunariu, D., Tulbure, I. (2017). Space activities and sustainable development. 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017. doi: <https://doi.org/10.5593/sgem2017/62/s28.121>
- Quintana, E. (2017). The New Space Age. *The RUSI Journal*, 162 (3), 88–109. doi: <https://doi.org/10.1080/03071847.2017.1352377>
- Chow, B. G. (2020). Space Traffic Management in the New Space Age. *Strategic Studies Quarterly*, 14 (4), 74–102. Available at: https://www.jstor.org/stable/26956153?seq=1#metadata_info_tab_contents
- Pekkanen, S. M. (2019). Governing the New Space Race. *AJIL Unbound*, 113, 92–97. doi: <https://doi.org/10.1017/aju.2019.16>
- Ahmed, M. N., Mohammed, S. R. (2019). Developing a Risk Management Framework in Construction Project Based on Agile Management Approach. *Civil Engineering Journal*, 5 (3), 608–615. doi: <https://doi.org/10.28991/cej-2019-03091272>
- Golubek, A., Dron', M., Dubovik, L., Dreus, A., Kulyk, O., Khorolskiy, P. (2020). Development of the combined method to de-orbit space objects using an electric rocket propulsion system. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (5 (106)), 78–87. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.210378>
- Nakashydzhe, L., Hilorme, T., Nakashydzhe, I. (2020). Substantiating the criteria of choosing project solutions for climate control systems based on renewable energy sources. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (3 (105)), 42–50. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.201527>
- Hilorme, T., Perevozova, I., Sakun, A., Reznik, O., Khaustova, Ye. (2020). Accounting Model of Human Capital Assessment Within the Information Space of the Enterprise. *Academy of Accounting and Financial Studies Journal*, 24 (3). Available at: <https://www.abacademies.org/articles/Accounting-Model-of-Human-Capital-Assessment-Within-the-Information-1528-2635-24-3-540.pdf>
- Guidelines for the Long-term Sustainability of Outer Space Activities (2018). Committee on the Peaceful Uses of Outer Space. Vienna. Available at: https://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2018/aac_1052018crp/aac_1052018crp_20_0_html/AC105_2018_CRP20E.pdf
- Yemets, V., Dron', M., Pashkov, A. (2020). Autophagic Engines: Method to Preset Gravity Load of Solid Rockets. *Journal of Spacecraft and Rockets*, 57 (2), 309–318. doi: <https://doi.org/10.2514/1.a34597>
- ESA commissions world's first space debris removal (2019). The European Space Agency. Available at: https://www.esa.int/Safety_Security/Clean_Space/ESA_commissions_world_s_first_space_debris_removal
- Agency Risk Management Procedural Requirements. NASA. Available at: <https://nodis3.gsfc.nasa.gov/displayDir.cfm?t=NPR&c=8000&s=4B>
- Program and Project Management. NASA. Available at: https://www.nasa.gov/offices/oce/functions/prog_proj_mgmt.html

22. The French Space Operation Act (2008). Centre National D'etudes Spatiales. Available at: <https://www.unoosa.org/pdf/pres/lsc2009/pres-04.pdf>
23. Hansen, S., Weisman, J. (1998). Performance contracting: expanding horizons. The Fairmont Press, Inc., 323.
24. Hilorme, T., Dron', M. (2021). Substantiation of projects in the space debris market in the age of new space. European Vector of Development of the Modern Scientific Researches. doi: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-077-3-23>
25. Peeters, E., Nelissen, J., De Cuyper, N., Forrier, A., Verbruggen, M., De Witte, H. (2017). Employability Capital: A Conceptual Framework Tested Through Expert Analysis. *Journal of Career Development*, 46 (2), 79–93. doi: <https://doi.org/10.1177/0894845317731865>
26. Koulinas, G., Xanthopoulos, A., Tsilipiras, T., Koulouriotis, D. (2020). Schedule Delay Risk Analysis in Construction Projects with a Simulation-Based Expert System. *Buildings*, 10 (8), 134. doi: <https://doi.org/10.3390/buildings10080134>
27. Choi, D., Lee, H., Bok, K., Yoo, J. (2021). Design and implementation of an academic expert system through big data analysis. *The Journal of Supercomputing*, 77 (7), 7854–7878. doi: <https://doi.org/10.1007/s11227-020-03446-0>
28. Wolfe, K., Seaman, M. A., Drasgow, E., Sherlock, P. (2018). An evaluation of the agreement between the conservative dual-criterion method and expert visual analysis. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 51 (2), 345–351. doi: <https://doi.org/10.1002/jaba.453>
29. Kositsyna, O. C., Dron', M. M., Yemets, V. V. (2020). The environmental impact assessment of emission from space launches: the promising propellants components selection. *Journal of Chemistry and Technologies*, 28 (2), 186–193. doi: <https://doi.org/10.15421/082020>
30. Dron, M., Khorol's'kiy, P., Dubovik, L., Khit'ko, A., Velikiy, I. (2012). Estimation of Capacity of Debris Collector with Electric Propulsion System Creation Taking in a Count Energy Response of the Existing Launch Vehicles. 63rd International Astronautical Congress 2012 (IAC 2012). Naples, 2694–2697.
31. Yemets, M., Yemets, V., Harkness, P., Dron', M., Worrall, K., Pashkov, A. et al. (2018). Caseless throttleable solid motor for small spacecraft. 69th International Astronautical Congress. Bremen, 10924–10933.
32. Dron, M., Dreus, A., Golubek, A., Abramovsky, Ye. (2018). Investigation of aerodynamics heating of space debris object at reentry to earth atmosphere. 69th International Astronautical Congress. Bremen, 3923–3929.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251082

OPTIMIZATION OF SCHEDULES FOR EARLY GARBAGE COLLECTION AND DISPOSAL IN THE MEGAPOLIS (p. 13–23)

Indira Saukenova

Academy of Logistics and Transport, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4834-1408>

Myroslav Olishevych

Lviv National Agrarian University, Dublyany, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6237-0785>

Igor Taran

Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3679-2519>

Aliya Toktamyssova

Academy of Logistics and Transport, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9434-7413>

Dana Aliakbarkyzy

Academy of Logistics and Transport, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4829-9374>

Roman Pelo Roman

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9359-8931>

It is shown that due to the growth of waste generated by the metropolis, the processes of their removal and disposal must be more accurately accounted and controlled. If it is impossible to introduce “smart” control systems, it is proposed to search for reserves to increase the efficiency of the processes in their structure. A structural model of operations has been developed that can reduce time costs. The use of incomplete information on the accumulation and removal of garbage leads to unplanned mileage of trucks. In order to avoid unforeseen costs, it is proposed to use early garbage collection, which reduces the frequency of emptying containers. This leads to an increase in the number of truck arrivals to load, but eliminates unforeseen mileage due to inconsistencies in the loading forecast. It is shown that to effectively organize the work of garbage trucks on the transport network of the city, an active, shortest schedule of operations is required, which must be made for several periods. To develop an optimal cyclic schedule of garbage trucks, a method based on the ordering of mixed graphs is proposed. The mixed graph shows the set of garbage collection operations and the time relationships between their execution times. In order to develop an optimal schedule from such a graph, cycles must be removed from the graph. To do this, the “divide and conquer” method was used. The proposed algorithm for graph ordering is used to study the current garbage collection system. As a result of research, higher productivity of garbage trucks and timely removal of organic waste were achieved. The reduction of the weekly working time of 6 garbage trucks with the use of the 70 % container filling level reached 42 hours.

Keywords: organization of transportation, household waste, schedule of operations, frequency of processes, mixed graphs.

References

1. Książek, R., Gdowska, K., Korcyl, A. (2021). Recyclables Collection Route Balancing Problem with Heterogeneous Fleet. *Energies*, 14 (21), 7406. doi: <https://doi.org/10.3390/en14217406>
2. Ramos, T. R. P., de Moraes, C. S., Barbosa-Póvoa, A. P. (2018). The smart waste collection routing problem: Alternative operational management approaches. *Expert Systems with Applications*, 103, 146–158. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.03.001>
3. Faccio, M., Persona, A., Zanin, G. (2011). Waste collection multi objective model with real time traceability data. *Waste Management*, 31 (12), 2391–2405. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.07.005>
4. Hrabec, D., Senland, P., Nevrlý, V., Popela, P., Hoff, A., Somplak, R., Pavlas, M. (2019). Quantity-Predictive Vehicle Routing Problem for Smart Waste Collection. *Chemical Engineering Transactions*, 76, 1249–1254. doi: <https://doi.org/10.3303/CET1976209>
5. Ozmen, M., Sahin, H., Koray, O. (2020). Genetic Algorithm Based Optimized Waste Collection in Smart Cities. 2020 International Conference on Electrical Engineering (ICEE). doi: <https://doi.org/10.1109/icee49691.2020.9249837>
6. Dixit, A., Mishra, A., Shukla, A. (2019). Vehicle Routing Problem with Time Windows Using Meta-Heuristic Algorithms: A Survey. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 539–546. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-13-0761-4_52
7. Tran Thi Hoang, G., Dupont, L., Camargo, M. (2019). Application of Decision-Making Methods in Smart City Projects: A Systematic Literature Review. *Smart Cities*, 2 (3), 433–452. doi: <https://doi.org/10.3390/smartcities2030027>
8. Dastpak, M., Errico, F. (2021). Off-line approximate dynamic programming for the vehicle routing problem with stochastic customers and demands via decentralized decision-making. *arXiv*. Available at: <https://arxiv.org/pdf/2109.10200.pdf>
9. Mes, M., Schutten, M., Rivera, A. P. (2014). Inventory routing for dynamic waste collection. *Waste Management*, 34 (9), 1564–1576. doi: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.05.011>
10. Korcyl, A., Gdowska, K., Książek, R. (2020). A MILP model for the selective solid waste collection routing problem. *Decision Making*

in Manufacturing and Services, 13. doi: <https://doi.org/10.7494/dmms.2019.13.1-2.3470>

11. Bányai, T., Tamás, P., Illés, B., Stankevičiūtė, Ž., Bányai, Á. (2019). Optimization of Municipal Waste Collection Routing: Impact of Industry 4.0 Technologies on Environmental Awareness and Sustainability. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16 (4), 634. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph16040634>
12. Blazewicz, J., Ecker, K. H., Pesch, E., Schmidt, G., Sterna, M., Weglarz, J. (2019). *Handbook on scheduling: From theory to practice*. Springer, 833. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-99849-7>
13. Gholami, O., Sotskov, Yu. N. (2012). Heuristic algorithms for job shop scheduling. *Informatika*, 4, 45–55. Available at: <https://inf.grid.by/jour/article/viewFile/263/247>
14. Prokudin, H., Olishevich, M. (2018). The optimization technique of highway trucks fleet joint schedule with time limits. *The Journal of Zhytomyr State Technological University. Series: Engineering*, 2 (82), 118–126. doi: [https://doi.org/10.26642/tn-2018-2\(82\)-118-126](https://doi.org/10.26642/tn-2018-2(82)-118-126)
15. Mapa konteineriv dlia orhaniky Lviv. Available at: https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1ASrSdBmfCY6_JYm0guIBbA4JXTPRgqe&ll=49.82819962654997%2C24.02545760000001&z=11

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252001

OPTIMIZATION OF GARBAGE REMOVAL WITHIN A TERRITORIAL COMMUNITY (c. 24–30)

Roman Bihun

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4363-4532>

Vasyl Lytvyn

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9676-0180>

This paper proposes an algorithm for optimizing the garbage collection route in a local community (or a separate settlement). The study was conducted for one garbage truck. To achieve the maximum efficiency of the algorithm, it has been assumed that the points of discharge of collected waste by a garbage truck could be arranged along the way between the proposed clusters of garbage collection points. The optimization of the built routes has been proven, taking into consideration the above assumptions. The study's results could be used to reduce the budget expenditures by territorial community authorities for the collection and disposal of waste. The reported solutions could significantly shorten the garbage collection time, which would improve the environmental and aesthetic situation within the study area. The use of a new algorithm makes it possible to display the results both in quantitative and qualitative forms.

An improved k-means algorithm with a maximum cluster size was selected for clustering. Each cluster was built on the basis of the maximal value of garbage truck tonnage. That means that the size of the cluster would be determined by the value of the maximum amount of waste that can be removed by a garbage truck in one run.

A task of the traveling salesman was applied to find the shortest path between representatives of one cluster (garbage collection points) calling at all its points and to establish the optimal path between all the clusters formed for a territorial community.

The issue related to efficient waste disposal in local communities tends to aggravate rapidly while the task to optimize garbage collection and removal is becoming increasingly acute. This is because at present, along with the increase in the global population, all types of production are increasing their volumes, which, in turn, leads to an increase in the amount of waste, in particular, household.

Keywords: optimization of garbage collection route, clustering, task of the traveling salesman, development of territorial communities.

References

1. Gómez, J. R., Pacheco, J., Gonzalo-Orden, H. (2013). A Tabu Search Method for a Bi-Objective Urban Waste Collection Problem. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 30 (1), 36–53. doi: <https://doi.org/10.1111/mice.12031>
2. Liang, Y.-C., Minanda, V., Gunawan, A. (2021). Waste collection routing problem: A mini-review of recent heuristic approaches and applications. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 0734242X2110039. doi: <https://doi.org/10.1177/0734242x211003975>
3. Buhrkal, K., Larsen, A., Ropke, S. (2012). The Waste Collection Vehicle Routing Problem with Time Windows in a City Logistics Context. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, 241–254. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.105>
4. Gruler, A., Juan, A. A., Contreras-Bolton, C., Gatica, G. (2018). A Biased-Randomized Heuristic for the Waste Collection Problem in Smart Cities. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 255–263. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-75792-6_19
5. Campos, A. A., Arroyo, J. E. C. (2017). An ILS Heuristic for the Waste Collection Vehicle Routing Problem with Time Windows. *Intelligent Systems Design and Applications*, 889–899. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-53480-0_88
6. Son, L. H. (2014). Optimizing Municipal Solid Waste collection using Chaotic Particle Swarm Optimization in GIS based environments: A case study at Danang city, Vietnam. *Expert Systems with Applications*, 41 (18), 8062–8074. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.07.020>
7. Sulemana, A., Donkor, E. A., Forkuo, E. K., Oduro-Kwarteng, S. (2019). Effect of optimal routing on travel distance, travel time and fuel consumption of waste collection trucks. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 30 (4), 803–832. doi: <https://doi.org/10.1108/meq-07-2018-0134>
8. Assaf, R., Saleh, Y. (2017). Vehicle-Routing Optimization for Municipal Solid Waste Collection Using Genetic Algorithm: The Case of Southern Nablus City. *Civil and Environmental Engineering Reports*, 26 (3), 43–57. doi: <https://doi.org/10.1515/ceer-2017-0034>
9. Geetha, S., Poonthalir, G., Vanathi, P. T. (2009). Improved K-Means Algorithm for Capacitated Clustering Problem. *INFOCOMP Journal of Computer Science*, 8 (4), 52–59. Available at: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.414.2123&rep=rep1&type=pdf>
10. Bartish, M., Dudzianyi, I. (2007). *Doslidzhennia operatsiy. Chasty-na 1. Liniyni modeli*. Lviv: Vydavnychiy tsentr LNU imeni Ivana Franka, 168.
11. Lytvyn, V., Vysotska, V., Pukach, P., Brodyak, O., Ugryn, D. (2017). Development of a method for determining the keywords in the slavic language texts based on the technology of web mining. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (2 (86)), 14–23. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.98750>
12. Lawler, E. L., Lenstra, J. K., Rinnooy Kan, A. H. G., Shmoys, D. B. (1985). *The Travelling salesman problem: A guided tour of combinatorial optimization*. John Wiley & Sons, 473.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252667

ANALYSIS OF THE POLICY OF OPERATION ACTIVITY OF AN ENTERPRISE WITH PRODUCT RESERVATION (p. 31–42)

Viktor Zaruba

National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”,
 Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3796-7544>

Liudmyla Potrashkova

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics,
 Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8239-2794>

Lidiya GuryanovaSimon Kuznets Kharkiv National University of Economics,
Kharkiv, Ukraine**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2009-1451>**Kateryna Sokol**National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute",
Kharkiv, Ukraine**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1985-5992>**Ihor Kuksa**Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics,
Kharkiv, Ukraine**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8486-2473>

This paper examines the process of operative planning of the production of an industrial company under conditions of random fluctuations in current demand. It is shown that under these conditions there are losses, the size of which depends on the adopted policy of operation activity. The policy of operation activity is understood as the rule of making decisions on current production volumes based on information about incoming orders, probable volumes of future demand, and possible losses due to the deviation of capacity load from the normative one.

In the paper, it is proposed to assess the effectiveness of each policy of operation activity using the indicator of the limit average economic effect per unit of time for an infinite number of periods. An original approach to assessing the effectiveness of the policy of operation activity with product reservation was developed. It was shown that when using this policy, there is an effect of product "overstock" on the chains of successive periods. It was proposed to select the initial reserve so that the probability of completion of the reservation chain for a given number of periods should be close to unity. Such an approach creates an opportunity to determine the expected economic effect on the chains of reservation of various product types and, as a result, to assess the policy effectiveness in general.

An assessment of the effectiveness of the policy with reservation in the form of the dependence of the policy effectiveness indicator on the values of cost indicators was obtained. Comparison of this assessment with a similar assessment of the effectiveness of the policy of fulfilling incoming orders allowed finding a condition under which the policy with reservation is more profitable. It involves ensuring that the magnitude of losses per unit of production associated with the product stock storage does not exceed half the sum of the magnitude of losses per unit of production due to downtime and excess capacity load.

Keywords: operative planning, policy of operation activity, random demand, risks, product reservation.

References

- Potrashkova, L. V. (2013). Optyimizatsiynе modeliuвання vyrobnychoho potentsialu pidpryemstva v rozrizi operatyvnoho, taktychnoho ta stratehichnoho rivniv. Modeli upravlinnia v rynkoviy ekonomitsi, 16, 115–126.
- Zaruba, V. Ya., Parfentenko, I. A. (2018). Modeli pohodzhuvannya vyrobnychkykh resursiv pidpryemstva z potochnym popytom na produktsiu. Information economy: the stages of development, management methods, models. Bratyslava-Kharkiv, 469–481. Available at: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/36761>
- ISO 31000:2018. Risk management – Guidelines. Available at: <https://www.iso.org/standard/65694.html>
- Menon, S. A., Muchnick, M., Butler, C., Pizur, T. (2019). Critical Challenges in Enterprise Resource Planning (ERP) Implementation. International Journal of Business and Management, 14 (7), 54. doi: <https://doi.org/10.5539/ijbm.v14n7p54>
- Kumar, R., Srivastava, S. K. (2014). A Framework for Improving "Sales and Operations Planning." Metamorphosis: A Journal of Management Research, 13 (1), 16–25. doi: <https://doi.org/10.1177/0972622520140104>
- Alexander, D. (2013). S&OP and strategy: Building the bridge and making the process stick. Journal of Business Forecasting, 32, 16–19. Available at: https://1stdirectory.co.uk/_assets/files_comp/b801628e-9b64-4794-a22d-ae872981d1da.pdf
- Mula, J., Poler, R., Garcia-Sabater, J. P., Lario, F. C. (2006). Models for production planning under uncertainty: A review. International Journal of Production Economics, 103 (1), 271–285. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.09.001>
- Mirzapour Al-e-hashem, S. M. J., Baboli, A., Sazvar, Z. (2013). A stochastic aggregate production planning model in a green supply chain: Considering flexible lead times, nonlinear purchase and shortage cost functions. European Journal of Operational Research, 230 (1), 26–41. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.03.033>
- Fujita, Y., Izui, K., Nishiwaki, S., Zhang, Z., Yin, Y. (2022). Production planning method for seru production systems under demand uncertainty. Computers & Industrial Engineering, 163, 107856. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107856>
- Zaruba, V. Y. (2017). Optimization of production plans according to estimates of the probability of future orders. Marketing and Management of Innovations, 2, 222–232. doi: <https://doi.org/10.21272/mmi.2017.2-21>
- Mubiru, P. (2010). A Markov decision model for optimising economic production lot size under stochastic demand. ORION, 26 (1). doi: <https://doi.org/10.5784/26-1-85>
- Shi, X., Shen, H., Wu, T., Cheng, T. C. E. (2014). Production planning and pricing policy in a make-to-stock system with uncertain demand subject to machine breakdowns. European Journal of Operational Research, 238 (1), 122–129. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.03.017>
- Zaruba, V., Parfentenko, I. (2020). Risk Management Models in Operative Planning at an Industrial Enterprise. 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T). doi: <https://doi.org/10.1109/picst51311.2020.9467954>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252866**DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR SOLVING THE PROBLEM OF OPTIMAL CONTROL ON A FINITE INTERVAL FOR A NONLINEAR SYSTEM OF A THREE-SECTOR ECONOMIC CLUSTER (p. 43–52)****Zainelkhrif Murzabekov**

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9074-4753>**Marek Milosz**

Lublin University of Technology, Lublin, Poland

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5898-815X>**Kamshat Tussupova**

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5254-3432>**Gulbanu Mirzakhmedova**

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7915-945X>

The problem of optimal control over a finite time interval for a mathematical model of a three-sector economic cluster is posed. The economic system is reduced by means of transformations to the optimal control problem for one class of nonlinear systems with coefficients depending on the state of the control object. Two optimal control problems for one class of nonlinear systems with and without control constraints are considered. The nonlinear objective functional in these problems depends on the control and state of the object. Then, using the results of solving optimal control problems on a finite interval, an algorithm for solving the problem for a nonlinear system of a three-sector economic cluster is developed. A nonlinear control based on the feedback prin-

cedure using Lagrange multipliers of a special kind is found. The results obtained for nonlinear systems are used to construct the control parameters of a mathematical model of a three-sector economic cluster at a finite time interval with a given functional and various initial conditions. The results of the system state calculation are shown in the figures, the optimal controls satisfy the given constraints. The optimal distribution of labor and investment resources for a three-sector economic cluster is determined. They ensure that the system is brought into an equilibrium state and satisfy balance ratios. These results are useful for practice and are important because there are a number of optimal control problems when it is necessary to transfer a system from an initial state to a desired final state for a given time interval. Such problems often arise for an economic system when a certain level of development is required.

Keywords: optimal control problem, three-sector economic cluster, Lagrange multiplier method, nonlinear system, quadratic functional.

References

- Pontryagin, L. S., Boltyanskii, V. G., Gamkrelidze, R. V., Mishchenko, E. F. (1962). *The Mathematical Theory of Optimal Processes*. Interscience Publishers, 360.
- Bellman, R., Kalaba, R. (1965). *Dynamic programming and modern control theory*. Academic Press.
- Krotov, V. F., Gurman, V. I. (1973). *Metody i zadachi optimal'nogo upravleniya*. Moscow: Nauka, 448.
- Porter, M. E. (2008). *On competition*. Boston: Harvard Business School Publishing.
- Kolemaev, V. A. (2008). Optimal'niy sbalansirovanniy rost otkrytoy trekhsektornoy ekonomiki. *Prikladnaya ekonomika*, 3 (11), 15–42. Available at: http://pe.cemi.rssi.ru/pe_2008_3_15-42.pdf
- Zhang, J. S. (2011). The analytical solution of balanced growth of non-linear dynamic multi-sector economic model. *Economic Modelling*, 28 (1-2), 410–421. doi: <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2010.08.007>
- Aseev, S. M., Besov, K. O., Kryazhinskii, A. V. (2012). Infinite-horizon optimal control problems in economics. *Russian Mathematical Surveys*, 67(2), 195–253. doi: <https://doi.org/10.1070/rm2012v-067n02abeh004785>
- Klamka, J. (1999). Constrained controllability of dynamic systems. *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, 9 (2), 231–244. Available at: <https://bibliotekanauki.pl/articles/908304>
- Klamka, J. (2002). Controllability of nonlinear discrete systems. *Proceedings of the 2002 American Control Conference (IEEE Cat. No.CH37301)*. doi: <https://doi.org/10.1109/acc.2002.1025394>
- Milosz, M., Murzabekov, Z., Tussupova, K., Usabalieva, S. (2018). Optimisation of Discrete Processes with Bounded Control. *Information Technology And Control*, 47 (4). doi: <https://doi.org/10.5755/j01.itc.47.4.19933>
- Mitkowski, W., Bauer, W., Zagórowska, M. (2017). Discrete-time feedback stabilization. *Archives of Control Sciences*, 27 (2), 309–322. doi: <https://doi.org/10.1515/acsc-2017-0020>
- Afanas'ev, V. N., Orlov, P. V. (2011). Suboptimal control of feedback-linearizable nonlinear plant. *Journal of Computer and Systems Sciences International*, 50 (3), 365–374. doi: <https://doi.org/10.1134/s1064230711030026>
- Huang, Y. (2017). Neuro-observer based online finite-horizon optimal control for uncertain non-linear continuous-time systems. *IET Control Theory & Applications*, 11 (3), 401–410. doi: <https://doi.org/10.1049/iet-cta.2016.0966>
- Huang, Y. (2018). Optimal guaranteed cost control of uncertain non-linear systems using adaptive dynamic programming with concurrent learning. *IET Control Theory & Applications*, 12 (8), 1025–1035. doi: <https://doi.org/10.1049/iet-cta.2017.1131>
- Vamvoudakis, K. G., Miranda, M. F., Hespanha, J. P. (2016). Asymptotically Stable Adaptive–Optimal Control Algorithm With Saturating Actuators and Relaxed Persistence of Excitation. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 27 (11), 2386–2398. doi: <https://doi.org/10.1109/tnnls.2015.2487972>
- Yang, X., Liu, D., Wei, Q. (2014). Online approximate optimal control for affine non-linear systems with unknown internal dynamics using adaptive dynamic programming. *IET Control Theory & Applications*, 8 (16), 1676–1688. doi: <https://doi.org/10.1049/iet-cta.2014.0186>
- Wang, H., Liu, X., Liu, K. (2016). Robust Adaptive Neural Tracking Control for a Class of Stochastic Nonlinear Interconnected Systems. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 27 (3), 510–523. doi: <https://doi.org/10.1109/tnnls.2015.2412035>
- Wang, H., Shi, P., Li, H., Zhou, Q. (2017). Adaptive Neural Tracking Control for a Class of Nonlinear Systems With Dynamic Uncertainties. *IEEE Transactions on Cybernetics*, 47 (10), 3075–3087. doi: <https://doi.org/10.1109/tcyb.2016.2607166>
- Dagdougui, H., Ouammi, A., Sacile, R. (2014). Optimal control of a network of power microgrids using the Pontryagin's minimum principle. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 22 (5), 1942–1948. doi: <https://doi.org/10.1109/tcst.2013.2293954>
- Wang, D., He, H., Zhao, B., Liu, D. (2017). Adaptive near-optimal controllers for non-linear decentralised feedback stabilisation problems. *IET Control Theory & Applications*, 11 (6), 799–806. doi: <https://doi.org/10.1049/iet-cta.2016.1383>
- Afanas'ev, A. P., Dzyuba, S. M., Emelyanova, I. I. (2015). Analytical and Numerical Investigation for the Problem of Optimal Control of Nonlinear System via Quadratic Criteria. *Procedia Computer Science*, 66, 23–32. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.11.005>
- Dmitriev, M. G., Makarov, D. A. (2017). The stabilizing composite control in a weakly nonlinear singularly perturbed control system. 2017 21st International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC). doi: <https://doi.org/10.1109/icstcc.2017.8107099>
- Aipanov, S. A., Murzabekov, Z. N. (2014). Analytical solution of a linear quadratic optimal control problem with control value constraints. *Journal of Computer and Systems Sciences International*, 53 (1), 84–91. doi: <https://doi.org/10.1134/s1064230713060026>
- Murzabekov, Z., Miłosz, M., Tussupova, K. (2018). The Optimal Control Problem with Fixed-End Trajectories for a Three-Sector Economic Model of a Cluster. *Lecture Notes in Computer Science*, 382–391. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-75417-8_36

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.253299

DEVELOPMENT OF THE CONCEPT OF CONSTRUCTION OF THE PROJECT MANAGEMENT INFORMATION STANDARD ON THE BASIS OF THE PRIMADOC INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM (p. 53–65)

Iurii Teslia

Cherkasy State Technological University, Cherkassy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5185-6947>

Nataliia Yehorchenkova

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5970-0958>

Oleksii Yehorchenkov

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1390-5311>

Iulia Khlevna

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

Yevheniia Kataieva

Cherkasy State Technological University, Cherkassy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9668-4739>

Vitalii Veretelnyk

Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy,
Cherkasy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5684-7361>

Ihor Chastokolenko

Cherkasy Institute of Fire Safety named after Heroes of Chornobyl of
National University of Civil Defense of Ukraine, Cherkasy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9323-2684>

Ihor Ohirko

Ukrainian Academy of Printing, Lviv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1651-3612>

Andrii Khlevnyi

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8942-6670>

Tatiana Latysheva

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6349-5715>

The necessity of digitalization of project management processes is shown, in particular, for the creation and use of the information standard of project management (ISPM). A model of using the information standard of project management to determine the planned parameters of projects has been developed. The principles and tasks of digitalization are formulated, the solution of which will allow to create such a standard. The analysis of existing theoretical and practical developments in this field is carried out. It is shown that the issue of creating an information standard of project management is still open. It is established that traditional software or databases are not suitable to meet the formulated requirements. This is due to the fact that they do not provide the necessary level of system and documentary support in the process of forming the information standard of project management. Therefore, it is proposed to use the information management system of enterprises and projects PrimaDoc to create such a standard. The concept of construction and use of the information standard of project management on the basis of the information management system PrimaDoc is offered. The structure of information technology for the formation of ISPM project-oriented company has been developed. The approach and tools for adjusting the environment of the PrimaDoc information management system to the technology of forming the ISPM of a project-oriented company are proposed.

Experimental research has been conducted, which showed a 65 % reduction in labor costs in the formation of ISPM. Practical approbation of ISPM information technology formation of project-oriented company on the basis of PrimaDoc system is executed. PJSC Tutkovsky (Ukraine) created an information standard of project management, which included more than 10,000 documents. The results of experiments and practical testing indicate the effectiveness of the developed concept and information technology of formation and use of information standard of project management.

Keywords: information standard of project management, PrimaDoc information management system, project planning.

References

- Reschke, H., Schelle, H. (Eds.) (1990). *Dimensions of Project Management – Fundamentals, techniques, Organization, Applications*. Springer-Verlag Berlin. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-49344-7>
- Boyko, N., Teslia, I., Khlevna, J., Ivanov, Y., Kubiavka, L., Latysheva, T. et. al. (2017). PrimaDoc – An enterprise information management system: Implementation of the development and deployment project. 2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS). doi: <https://doi.org/10.1109/idaacs.2017.8095222>
- 21 Statistics Shaping Digital Transformation Fortunes. Available at: <https://cloudblogs.microsoft.com/dynamics365/2016/09/30/21-statistics-shaping-digital-transformation-fortunes/>
- Intelligent Automation: The essential co-worker for the digital age. Available at: <https://www.financialexpress.com/industry/intelligent-automation-the-essential-co-worker-for-the-digital-age/238279/>
- What's Driving Digital Transformation Across Organizations? Available at: <http://www2.prophet.com/The-2016-State-of-Digital-Transformation>
- Ni, Y., Sun, B., Wang, Y. (2021). Blockchain-Based BIM Digital Project Management Mechanism Research. *IEEE Access*, 9, 161342–161351. doi: <https://doi.org/10.1109/access.2021.3130270>
- Shivakumar, S. K. (2018). *Complete Guide to Digital Project Management: From Pre-Sales to Post-Production*. Apress, 503.
- Saarela, J. (2018). Project management digitalization: a case study of Nokia. University of Oulu, 90. Available at: <http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-201805091639.pdf>
- Ding, L. Y., Li, H. (2013). Editorial: Information technologies in safety management of large-scale infrastructure projects. *Automation in Construction*, 34, 1–2. doi: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.10.016>
- Meissner, A., Scherer, D., Metternich, J. (2021). Starting points for digital shop floor management in production enterprises. *Procedia CIRP*, 104, 212–216. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.036>
- Apilioğulları, L. (2022). Digital transformation in project-based manufacturing: Developing the ISA-95 model for vertical integration. *International Journal of Production Economics*, 245, 108413. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108413>
- Teslia, I., Yehorchenkova, N., Khlevna, I., Kataieva, Y., Latysheva, T., Yehorchenkov, O. et. al. (2020). Developing a systems engineering concept for digitalizing higher education institutions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (2 (108)), 6–20. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.219260>
- Illgen, B., Sender, J., Flügge, W. (2020). Digital assistance system for target date planning in the initiation phase of large-scale projects. *Procedia CIRP*, 93, 1031–1036. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.03.028>
- Bui, N., Merschbrock, C., Munkvold, B. E. (2016). A Review of Building Information Modelling for Construction in Developing Countries. *Procedia Engineering*, 164, 487–494. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.649>
- Jo, C., Choi, J. (2021). BIM Information Standard Framework for Model Integration and Utilization Based on openBIM. *Applied Sciences*, 11 (21), 9926. doi: <https://doi.org/10.3390/app11219926>
- Teslia, I., Yehorchenkova, N., Yehorchenkov, O., Kataieva, Y., Zaspá, H., Khlevna, I. (2017). Development of principles and method of electronic project management. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (3 (89)), 23–29. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.109534>
- Syed Shahid, M. A. Project Management Information Control Systems. Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.199.987>
- Noel, M., Spence, C. (2013). *SharePoint 2013 Unleashed EPUB*. Sams Publishing, 1008.
- Chatfield, C., Johnson, T. (2016). *Microsoft Project 2016 Step by Steps*. Microsoft Press, 516. Available at: <http://cnaiman.com/PM/MIT-LabText/2016/MP2016.Step.by.Step.pdf>
- Prosnitskiy, A. (2016). *Microsoft Project 2016. Metodologiya i praktika*. Kyiv: Leo Consulting, 426. Available at: https://leoconsulting.com.ua/wp-content/uploads/2021/02/selfbook_msproject-2016pro_oleksiy_prosnitskiy_rel_1.01.pdf

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.253043

DEVISING A COMPETENCE METHOD TO BUILD INFORMATION SPACES FOR EXECUTORS OF EDUCATIONAL PROJECTS IN A DYNAMIC ENVIRONMENT (p. 66–73)

Alexander Kuchansky

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
Kyiv National University of Construction and Architecture,
Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1277-8031>

Andrii Biloshchytskyi

Astana IT University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan
Kyiv National University of Construction and Architecture,
Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9548-1959>

Yurii Andrashko

Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2306-8377>

Yingxing Wang

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
Yancheng Polytechnic College, Hangzhou, Zhejiang, China

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7718-2119>

This paper describes the conceptual apparatus for the formation of information spaces of executors of educational projects in a dynamic environment. A multiple model of identification of the executor of an educational project was developed, taking into consideration the competence approach and dynamics of the components of the information space. To assess the competencies of the executors of educational projects, three components are calculated: the grade of the executor's knowledge, the grade of the executor's performance, the grade of the executor's personal qualities. Based on the obtained grades, generalized assessments of the level of competence of each executor are formed. These grades for each executor of a particular educational project are used to determine the level of performance and potential of this project. To find a generalized grade of the project potential, the least square method was used to construct a regression line, which indicates a tendency to develop the competencies of project executors.

The stages of building information spaces of executors of educational projects in a dynamic environment were proposed. The hypothesis of the study that the progressive dynamic development of educational project executors has an impact on the potential of these projects was verified experimentally. To verify the described construction method, ten educational projects, which were implemented in the period from 2014 to 2020, were selected. The results indicate that the grade of the competencies of project executors recorded at the time of completion of a project almost completely coincides with the grade of evaluators after completion of the projects. The ranks obtained after the final evaluation of projects and the ranks according to calculated performance grades coincide by 40 %. Evaluation of projects is mainly focused on the reputation and performance of executors and does not sufficiently take into consideration the transformation of the competencies of executors during the implementation of projects.

Keywords: information space, executor of educational project, multiple model, scientific communication.

References

- Erasmus+ Programme Guide. Available at: <https://erasmus-plus.ec.europa.eu/programme-guide/erasmusplus-programme-guide>
- Communication from the commission to the council, the european parliament, the economic and social committee and the committee of the regions. Towards a European research area. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2000:0006:FIN:EN:PDF>
- European research area (ERA). Available at: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/strategy/era_en
- Lukianov, D., Kolesnikov, O., Dmitrenko, K., Gogunskii, V. (2017). Analysis of the structural models of competencies in project management. *Technology Audit and Production Reserves*, 2 (2 (34)), 4–11. doi: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2017.100393>
- A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PM-BOK® Guide) (2016). Project Management Institute, 618. Available at: <https://pdfroom.com/books/a-guide-to-the-project-management-body-of-knowledge-pmbok-guide/Zavd9vZOgKD>
- Cartwright, C., Yinger, M. (2007). Project management competency development framework. Paper presented at PMI® Global Congress 2007 – EMEA. Budapest.
- IPMA standards – Individual Competence Baseline (ICB4). Available at: <https://www.ipma.world/individuals/standard/>
- Kononenko, I., Sushko, H. (2021). Method of the IT project team creation based on maximizing it's competencies. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: Strategic Management, Portfolio, Program and Project Management*, 1 (3), 9–15. doi: <https://doi.org/10.20998/2413-3000.2021.3.2>
- Pollack, J., Matous, P. (2019). Testing the impact of targeted team building on project team communication using social network analysis. *International Journal of Project Management*, 37 (3), 473–484. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2019.02.005>
- Fu, F., Hauert, C., Nowak, M. A., Wang, L. (2008). Reputation-based partner choice promotes cooperation in social networks. *Physical Review E*, 78 (2). doi: <https://doi.org/10.1103/physreve.78.026117>
- Xu, H., Kuchansky, A., Gladka, M. (2021). Devising an individually oriented method for selection of scientific activity subjects for implementing scientific projects based on scientometric analysis. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (3 (114)), 93–100. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.248040>
- Bushuyev, D., Bushuieva, V., Kozyr, B., Ugay, A. (2020). Erosion of competencies of innovative digitalization projects. *Scientific Journal of Astana IT University*, 1, 70–83. doi: <https://doi.org/10.37943/aitu.2020.1.63658>
- Biloshchytskyi, A., Kuchansky, A., Andrashko, Y., Omirbayev, S., Mukhatayev, A., Faizullin, A., Toxanov, S. (2021). Development of the set models and a method to form information spaces of scientific activity subjects for the steady development of higher education establishments. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (2 (111)), 6–14. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.233655>
- Gladka, M., Kravchenko, O., Hladkyi, Y., Borashova, S. (2021). Qualification and Appointment of Staff for Project Work in Implementing IT Systems Under Conditions of Uncertainty. 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST). doi: <https://doi.org/10.1109/sist50301.2021.9465897>
- Matyushenko, I., Danova, M., Feoktystova, O., Melnyk, R. (2019). Formation of Teams of Performers of Projects at Innovative Enterprises within the Framework of the Industry 4.0 Concept. *International Journal of Supply Chain Management*, 8 (4), 962–969. Available at: https://www.researchgate.net/profile/Igor-Matyushenko/publication/336603754_Formation_of_Teams_of_Performers_of_Projects_at_Innovative_Enterprises_within_the_Framework_of_the_Industry_40_Concept/links/5da8137b92851caa1baa7167/Formation-of-Teams-of-Performers-of-Projects-at-Innovative-Enterprises-within-the-Framework-of-the-Industry-40-Concept.pdf
- Biloshchytskyi, A., Biloshchytska, S., Kuchansky, A., Bielova, O., Andrashko, Y. (2018). Infocommunication system of scientific activity management on the basis of project-vector methodology. 2018 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET). doi: <https://doi.org/10.1109/tcset.2018.8336186>

17. Biloshchytskyi, A., Kuchansky, A., Paliy, S., Biloshchytska, S., Bronin, S., Andrashko, Y. et. al. (2018). Development of technical component of the methodology for projectvector management of educational environments. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (2 (92)), 4–13. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126301>
18. Kuchansky, A., Andrashko, Y., Biloshchytskyi, A., Danchenko, E., Ilarionov, O., Vatskel, I., Honcharenko, T. (2018). The method for evaluation of educational environment subjects' performance based on the calculation of volumes of M-simplexes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (4 (92)), 15–25. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126287>
19. Saville, P., Holdsworth, R., Nyfield, G., Cramp, L., Mabey, W. (2007). *Occupational Personality Questionnaire, (OPQ32)*. BPS Review. Available at: <https://www.hrmforce.com/wp-content/uploads/2021/03/OPQ32-BPS-Review-2007.pdf>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.253351

**IMPROVING OF THE DECISION-MAKING MODEL
IN THE PROCESSES OF EXTERNAL QUALITY
ASSURANCE OF HIGHER EDUCATION (p. 74–85)**

Tetiana Fesenko

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9636-9598>

Igor Ruban

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

Kateryna Karpenko

Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6579-1785>

Galyna Fesenko

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv,
Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7133-484X>

Andriy Kovalenko

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2817-9036>

Anatoliï Yakunin

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv,
Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0635-1755>

Hryhorii Fesenko

Volodymyr Dahl East Ukrainian National University,
Severodonetsk, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9749-8746>

The peculiarities of external quality assurance processes in the higher education management system are considered. It is noted that the quality of educational programs (EP) of higher education institutions is controlled by quality assurance agencies (QAAs) using an accreditation system. The key features of the accreditation process in terms of peer review are identified. The problem of accreditation process management, namely the subjectivity and lack of consistency of expert decisions, is highlighted.

The correlation method was applied to determine the interdependencies in expert assessments (competence, meaningful orientation of judgments, and perception of the linguistic rating scale). The identified types of variables make it possible to explain the existing measure of subjectivity that affects the collective conclusion of experts.

A comprehensive methodology for quantitative evaluation of the EP quality under conditions of uncertainty based on the relative importance of the relevant criteria and subcriteria, as well as the levels of expert competence using the apparatus of fuzzy mathematics, is

proposed. A basic model for the formation of a collegial expert opinion on the EP quality has been developed using the example of a system of quality criteria approved by the Ukrainian QAA. Variations in the expert values of the weight coefficients and parameters of fuzzy numbers in the context of the linguistic rating scale (“A – B – E – F”) made it possible to use the means of a computational experiment. The application of this model will allow managers to positively influence the existing ambiguity of the assessment method, which requires being guided by standard criteria and at the same time determining the EP innovativeness. In general, the application of the proposed evaluation tools on the quality of EP allows experts and managers to make decisions at a higher level of academic and managerial culture.

Keywords: quality assurance, higher education, accreditation, peer review, integrated assessment model.

References

1. Martin, M. A., Uvalic-Trumbic, S. (2021). *A New Generation of External Quality Assurance: Dynamics of change and innovative approaches*. New trends in higher education. Paris: UNESCO, International Institute for Educational Planning, 112. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377497/PDF/377497eng.pdf.multi>
2. Martin, M., Parikh, S. (2017). *Quality management in higher education: developments and drivers: results from an international survey*. Paris: UNESCO, International Institute for Educational Planning, 99. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000260226/PDF/260226eng.pdf.multi>
3. *Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area (ESG)* (2015). Brussels: EURASHE, 32. Available at: https://www.enqa.eu/wp-content/uploads/2015/11/ESG_2015.pdf
4. Nabaho, L., Turyasingura, W. (2019). *Battling Academic Corruption in Higher Education: Does External Quality Assurance (EQA) Offer a Ray of Hope?* *Higher Learning Research Communications*, 9 (1). doi: <https://doi.org/10.18870/hlrc.v9i1.449>
5. Augusti, G., Birch, J., Payzin, E. (2011). *EUR-ACE: A System of Accreditation of Engineering Programmes Allowing National Variants*. INQAAHE Conference. Madrid. Available at: https://www.inqaahe.org/sites/default/files/pictures/EUR_ACE%20a%20System%20of%20Accreditation%20of%20Engineering%20Programmes_Giuliano%20Augusti_Jim%20Birch_A%20Erbil%20Payzin.pdf
6. Karpenko, K., Magapu, V. V. A. (2018). *Gender factors in education. Gender policy of cities: History and Modern : abstract*. V international Scientific Conference, Kharkiv, March 15–16, 2018. Kharkiv: O. M. Beketov NUUEK, 6, 156-158. https://eprints.kname.edu.ua/51547/1/ilovepdf_com-156-158.pdf
7. *Accreditation Agency in Health and Social Sciences*. Available at: <https://ahpgs.de/en/welcome-to-the-ahpgs/>
8. Pletsan, K., Fesenko, G., Mazepa, T., Syrotynska, N., Moskaljova, A., Osaula, V. (2021). *Training of future managers of the culture sphere*. AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research, 11/02-XXII, 17–20. Available at: http://www.magnanimitas.cz/ADALTA/110222/papers/A_03.pdf
9. Papanthymou, A., Darra, M. (2017). *Quality Management in Higher Education: Review and Perspectives*. *Higher Education Studies*, 7 (3), 132. doi: <https://doi.org/10.5539/hes.v7n3p132>
10. Langfeldt, L., Stensaker, B., Harvey, L., Huisman, J., Westerheijden, D. F. (2009). *The role of peer review in Norwegian quality assurance: potential consequences for excellence and diversity*. *Higher Education*, 59 (4), 391–405. doi: <https://doi.org/10.1007/s10734-009-9255-4>
11. Moser, M., Treskova, S. (2020). *Deviations between Accreditation Recommendations of Expert Panels and Final Decisions of the German Accreditation Council. Thematic analysis*. Bayreuth: ACQUIN, 13. Available at: https://www.acquin.org/wp-content/uploads/2021/01/Accreditation-Decisions_-Deviations-between-

- Accreditation-Council-and-Accreditation-Reccommendation-of-Expert-Panels.pdf
12. Chiyevo Garwe, E. (2018). The Role of International and Regional Quality Assurance Bodies. *Higher Education Research*, 3 (1), 15. doi: <https://doi.org/10.11648/j.her.20180301.14>
 13. Rubio-Arostegui, J. A. (2017). Expertpanel accreditation evaluation-practices: an autoethnographic case study of the Community of Madrid. *Annual Review. Debats. Revista de Cultura, Poder i Societat*, 2, 151–162. doi: <https://doi.org/10.28939/iam.debats-en.2017-11>
 14. Abebe, R. T. (2021). Trust Between Quality Assurance Agencies and Higher Education Institutions and its Implications for Quality Management Models. *Tampere: Tampere University*, 381. Available at: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-03-1869-7>
 15. Ransom, T., Knepler, E., Zapata-Gietl, C. (2018). *New Approaches to Judging Quality in Higher Education. Profiles of Emerging Methods. Apart From Traditional Accreditation*. Washington: Council for Higher Education Accreditation, 32. Available at: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED588479.pdf>
 16. European, Ukrainian and Kazakh policies, strategies and practices of quality assurance in higher education: Case Study (2021). Available at: <http://web.elth.ucv.ro/eduqas/wp-content/uploads/sites/2/2021/07/R1.-Case-study.pdf>
 17. Fesenko, G. G., Shakhov, A. V., Fesenko, T. G., Yakunin, A. V. (2020). Monitoring of the educational management system by the gender maturity evaluation models (case study of Ukrainian universities). *Bulletin of NTU "KhPI". Series: Strategic Management, Portfolio, Program and Project Management*, 1, 68–77. doi: <https://doi.org/10.20998/2413-3000.2020.1.10>
 18. Fesenko, T., Shakhov, A., Fesenko, G. (2017). Modeling of maturity of gender-oriented project management office. *Eastern-European Journal of Interior Technologies*, 5 (3 (89)), 30–38. doi: [10.15587/1729-4061.2017.110286](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.110286)
 19. Fesenko, T., Fesenko, G. (2017). Developing gender maturity models of project and program management system. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (3 (85)), 46–55. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.28031>
 20. Rekomendatsiyi shchodo zastosuvannya kryteriyiv otsiniuvannya yakosti osvitnoi prohramy (2020). Kyiv: Orion, 66. Available at: <https://naqa.gov.ua/wp-content/uploads/2020/12/Рекомендації-щодо-застосування-критеріїв-оцінювання-якості-ОП.pdf>
 21. Pegat, A. (2013). *Nechetkoe modelirovanie i upravlenie*. Moscow: BINOM. Laboratoriya znaniy, 798. Available at: <https://rucont.ru/file.ashx?guid=48250170-6d18-4467-a884-f4dd019d1f57>
 22. Danylevskiy, M. P., Yakunin, A. V., Kuznetsova, H. A. (2012). *Elementy obchyslivalnoi matematyky*. Kharkiv: KhNAMH, 156. Available at: https://eprints.kname.edu.ua/24617/1/2009%2070Л%20печ%20ЕОМ_для_OiA_BM2_10_одн_файлом.PDF
 23. Richards, J. A., Jia, X. (2006). *Remote Sensing Digital Image Analysis*. Springer, 439. doi: <https://doi.org/10.1007/3-540-29711-1>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251027

IMPROVING A PROCEDURE FOR DETERMINING THE FACTORS THAT INFLUENCE THE NEED OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS FOR SPECIALISTS OF THE HIGHEST QUALIFICATION (p. 86–96)

Oleksandr Maistrenko

The National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9900-5930>

Vitalii Khoma

The National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9900-855X>

Andrii Shcherba

Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4696-3780>

Yurii Olshevskiy

The National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4565-357X>

Yurii Pereverzin

The National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6534-0434>

Oleh Popkov

Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of the Armed forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4716-1269>

Alexander Kornienko

Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4020-9901>

Oleksandr Shatilo

Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9391-9715>

Andriy Maneliyk

Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6213-7182>

A method for calculation of coefficients of the impact of factors on the need for specialists of the highest qualification was proposed. The method is based on expert evaluation methods, in particular, on determining the importance, degree of realization, and tendency of factors that affect the need for highly qualified specialists. The method implements the unit of data reliability verification based on the Kendall coefficient of concordance and Pearson criterion. The method applies an original approach to determining the competence of experts, in particular, by taking into consideration self-evaluation, mutual evaluation, and objective evaluation. The proposed method makes it possible to take into account the influence of factors on the need for specialists of the highest qualification with the possibility of forecasting.

The totality of factors that influence the need for specialists of the highest qualification and the magnitude of their impact was determined. They were determined by calculating the indicators of each of the criteria regarding importance, realization, and tendency. Determining was carried out using the algorithm for calculating the coefficients of influence of the factors on the need for specialists of the highest qualification.

In general, the following groups of factors were determined: conditions of scientific and scientific-pedagogical activity at a certain institution of higher education, the attractiveness of scientific and scientific-pedagogical activity in a certain country (region), development of industry (speciality). A group of 30 experts was selected to determine the numerical values of the factors, which satisfies the condition for achieving a confidence probability of 0.94.

The results of the evaluation of expert judgments revealed that the most influential factors are: social protection (0.87), budget for higher education (0.99), remuneration (0.9), and prestige of scientific and pedagogical activities (0.91). The least influential are: the number of primary positions in the area (0.48) and self-realization opportunities at a higher education institution (0.58).

Keywords: postgraduate training, staff turnover, higher education institution, specialists of the highest qualification.

References

1. Dicker, R., Garcia, M., Kelly, A., Mulrooney, H. (2019). What does “quality” in higher education mean? Perceptions of staff, students

- and employers. *Studies in Higher Education*, 44 (8), 1425–1441. doi: <https://doi.org/10.1080/03075079.2018.1445987>
2. Shareef, R. A., Atan, T. (2019). The influence of ethical leadership on academic employees' organizational citizenship behavior and turnover intention. *Management Decision*, 57 (3), 583–605. doi: <https://doi.org/10.1108/md-08-2017-0721>
 3. Wolszczak-Derlacz, J. (2017). An evaluation and explanation of (in)efficiency in higher education institutions in Europe and the U.S. with the application of two-stage semi-parametric DEA. *Research Policy*, 46 (9), 1595–1605. doi: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.07.010>
 4. Eaton, C., Howell, S. T., Yannelis, C. (2019). When Investor Incentives and Consumer Interests Diverge: Private Equity in Higher Education. *The Review of Financial Studies*, 33 (9), 4024–4060. doi: <https://doi.org/10.1093/rfs/hhz129>
 5. Doronina, O., Riazanov, M. (2019). Personnel policy as a tool for strategic development of a higher education institution. *Economics and organization of management*, 1 (33), 15–20. doi: <https://doi.org/10.31558/2307-2318.2019.1.2>
 6. Podenko, A. (2019). Socio-psychological factors of staff turnover in the organization. *Kharkivskiy osinniy marafon psykhotekhnolohiy: materialy III mizhrehion. nauk.-prakt. konf. Kharkiv*, 185–189. Available at: <http://dspace.hnpu.edu.ua/handle/123456789/5517>
 7. King, V., Roed, J., Wilson, L. (2018). It's very different here: practice-based academic staff induction and retention. *Journal of Higher Education Policy and Management*, 40 (5), 470–484. doi: <https://doi.org/10.1080/1360080x.2018.1496516>
 8. Gandy, R., Harrison, P., Gold, J. (2018). Talent management in higher education: is turnover relevant? *European Journal of Training and Development*, 42 (9), 597–610. doi: <https://doi.org/10.1108/ejtd-11-2017-0099>
 9. Gandy, R., Harrison, P., Gold, J. (2018). Criticality of detailed staff turnover measurement. *Benchmarking: An International Journal*, 25 (8), 2950–2967. doi: <https://doi.org/10.1108/bij-11-2017-0302>
 10. Chong, C. Y., Lee, S. T. (2017). Employee Retention and Job Performance Attributes in Private Institutions of Higher Education. *International Journal of Business and Administrative Studies*, 3 (5), 158–165. doi: <https://doi.org/10.20469/ijbas.3.10001-5>
 11. Tepayakul, R., Rinthaisong, I. (2018). Job Satisfaction and Employee Engagement among Human Resources Staff of Thai Private Higher Education Institutions. *The Journal of Behavioral Science*, 13 (2), 68–81. Available at: <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/IJBS/article/view/109260>
 12. Grobler, A., van Rensburg, M. J. (2019). Organisational climate, person–organisation fit and turn over intention: a generational perspective within a South African Higher Education Institution. *Studies in Higher Education*, 44 (11), 2053–2065. doi: <https://doi.org/10.1080/03075079.2018.1492533>
 13. Busari, A. H., Mughal, Y. H., Khan, S. N., Rasool, S., Kiyani, A. A. (2017). Analytical cognitive style moderation on promotion and turnover intention. *Journal of Management Development*, 36 (3), 438–464. doi: <https://doi.org/10.1108/jmd-12-2015-0184>
 14. Turnbull, A. E., Dinglas, V. D., Friedman, L. A., Chessare, C. M., Sepúlveda, K. A., Bingham, C. O., Needham, D. M. (2018). A survey of Delphi panelists after core outcome set development revealed positive feedback and methods to facilitate panel member participation. *Journal of Clinical Epidemiology*, 102, 99–106. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2018.06.007>
 15. Belton, I., MacDonald, A., Wright, G., Hamlin, I. (2019). Improving the practical application of the Delphi method in group-based judgment: A six-step prescription for a well-founded and defensible process. *Technological Forecasting and Social Change*, 147, 72–82. doi: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.07.002>
 16. Shariff, N. M., Abd Razak, R. (2021). Exploring hospitality graduates' competencies in Malaysia for future employability using Delphi method: a study of Competency-Based Education. *Journal of Teaching in Travel & Tourism*, 1–19. doi: <https://doi.org/10.1080/15313220.2021.1950103>
 17. Maistrenko, O., Ryzhov, Y., Khaustov, D., Tsubulia, S., Nastishin, Y. (2021). Decision-Making Model for Task Execution by a Military Unit in Terms of Queuing Theory. *Military Operations Research*, 26 (1), 59–69. doi: <https://doi.org/10.5711/1082598326159>
 18. Maistrenko, O., Karavanov, O., Riman, O., Kurban, V., Shcherba, A., Volkov, I. et al. (2021). Devising a procedure for substantiating the type and volume of redundant structural-functional elements of reconnaissance-firing systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (3 (110)), 31–42. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.229031>
 19. Krippendorff, K. (2018). *Content analysis: An introduction to its methodology*. Sage publications, 472.
 20. Manizade, A. G., Mason, M. M. (2011). Using Delphi methodology to design assessments of teachers' pedagogical content knowledge. *Educational Studies in Mathematics*, 76 (2), 183–207. doi: <https://doi.org/10.1007/s10649-010-9276-z>
 21. Hrabovetskyi, B. (2010). *Metody ekspertykh otsinok: teoriya, metodolohiya, napriamky vykorystannia*. Vinnytsia, 171. Available at: <http://hrabovecky.vk.vntu.edu.ua/file/a0a40b7bd74c5d-39fe693b7b2c99f38f.pdf>
 22. Tarsitano, A., Lombardo, R. (2013). A Coefficient of Correlation Based on Ratios of Ranks and Anti-ranks. *Jahrbücher Für Nationalökonomie Und Statistik*, 233 (2), 206–224. doi: <https://doi.org/10.1515/jbnst-2013-0205>
 23. Romdhani, H., Lakhali-Chaieb, L., Rivest, L.-P. (2014). An exchangeable Kendall's tau for clustered data. *Canadian Journal of Statistics*, 42 (3), 384–403. doi: <https://doi.org/10.1002/cjs.11223>
 24. Openko, P. V., Hohoniants, S. Y., Starkova, O. V., Herasymenko, K. V., Yastrebov, M. I., Prudchenko, A. O. (2019). Problem of Choosing a DBMS in Modern Information System. 2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT). doi: <https://doi.org/10.1109/atit49449.2019.9030517>
 25. Gawande, K., Reinhardt, G. Y., Silva, C. L., Bearfield, D. (2013). Comparing Discrete Distributions: Survey Validation and Survey Experiments. *Political Analysis*, 21 (1), 70–85. doi: <https://doi.org/10.1093/pan/mps036>
 26. Moore, D. S. (2017). Tests of Chi-Squared Type. *Goodness-of-Fit Techniques*, 63–96. doi: <https://doi.org/10.1201/9780203753064-3>
 27. Maistrenko, O., Khoma, V., Karavanov, O., Stetsiv, S., Shcherba, A. (2021). Devising a procedure for justifying the choice of reconnaissance-firing systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (3 (109)), 60–71. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224324>
 28. Susko, E. (2013). Likelihood ratio tests with boundary constraints using data-dependent degrees of freedom. *Biometrika*, 100 (4), 1019–1023. doi: <https://doi.org/10.1093/biomet/ast032>
 29. Saris, W. E., Gallhofer, I. N. (Eds.) (2014). *Design, evaluation, and analysis of questionnaires for survey research*. John Wiley & Sons. doi: <https://doi.org/10.1002/9781118634646>
 30. SSC of Ukraine. *Statistical Information*. Available at: <http://ukrstat.gov.ua/>
 31. Cherednichenko, O., Fursova, A. (2020). To the convergence of education and business. *Osvita i suspilstvo V*, 241–245.
 32. Leeb, H., Pötscher, B. M., Ewald, K. (2015). On Various Confidence Intervals Post-Model-Selection. *Statistical Science*, 30 (2). doi: <https://doi.org/10.1214/14-sts507>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.253096

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ МЕТОДІВ ВІДВЕДЕННЯ КОСМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ З НИЗЬКИХ НАВКОЛОЗЕМНИХ ОРБИТ (с. 6–12)

М. М. Дронь, Т. В. Гільорме, О. В. Голубек, А. Ю. Дреус, Л. Г. Дубовик

Актуальною науково-практичною проблемою сталого розвитку космічного простору є боротьба з космічним сміттям техногенного походження на навколоземних орбітах. Удосконалено методику оцінювання відносної ефективності альтернативних варіантів побудови систем відведення космічних об'єктів. Наведено алгоритм оцінки ефективності системи відведення космічних об'єктів з навколоземної орбіти на основі методу інтегральної оцінки. Він дозволяє спростити процес оптимального вибору методу відведення космічних об'єктів та визначення ефективності на ранніх фазах життєвого циклу об'єктів ракетно-космічної техніки. Застосування відповідного інструментального апарату дозволяє побудувати систему оцінювання ефективності проєктів відведення космічних об'єктів з низьких навколоземних орбіт при використанні різних методів відводу (активних, пасивних, комбінованих). Здійснено аналіз визначення світових показників оцінювання об'єктів ракетно-космічної техніки на основі регламентації міжнародних космічних агенцій. Запропоновано показник сумарної інтегральної відносної ефективності проєктів систем відведення космічних об'єктів з низьких навколоземних орбіт, дозволяє здійснювати побудову відведення пасивних, активних та комбінованих методів для нівелювання ризиків космічної діяльності. Аргументовано, що обрана комбінована система з використанням для її виведення автофажної ракети-носія дозволить зменшити екологічні збитки і, як наслідок, зменшити компенсаційні виплати власників космічних об'єктів. Розглянуто можливості побудови комбінованих систем з двигунами багаторазового вмикання з метою зменшення таких показників: терміну відведення та зменшення експлуатаційних витрат за рахунок економії палива.

Ключові слова: ракетно-космічна техніка, космічний об'єкт, космічне сміття, комбінована система відведення, низькі навколоземні орбіти.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251082

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗКЛАДІВ РАНЬОГО ЗБОРУ І ВИВЕЗЕННЯ СМІТТЯ У МЕГАПОЛІСІ (с. 13–23)

Indira Saukenova, M. С. Олісевич, І. О. Таран, Aliya Toktamyssova, Dana Aliakparkyzy, P. A. Пельо

Показано, що у зв'язку із зростанням обсягів побутових відходів, що продукуються мегаполісом, процеси їх вивезення та утилізації повинні мати більш точний облік та контроль. При неможливості впровадити «розумні» системи контролю, резерви підвищення ефективності процесів запропоновано знаходити в їх структурі. Розроблено таку структурну модель операцій, яка може забезпечити скорочення часових витрат. Використання неповної інформації про накопичення та вивезення сміття обумовлює незапланований пробіг автомобілів. Для того щоб уникнути непередбачених витрат, запропоновано застосовувати ранній забір сміття, при якому скорочується періодичність спорожнення контейнерів. Це призводить до збільшення кількості заїздів автомобілів для забору, але усуває непередбачений пробіг через невідповідність прогнозу завантаження. Показано, що для ефективної організації роботи автомобілів-сміттевозів на транспортній мережі міста потрібен активний, найкоротший розклад операцій, який потрібно складати на декілька періодів. Для розробки оптимального за швидкістю циклічного розкладу роботи сукупності автомобілів-сміттевозів запропонована методика, що базується на впорядкуванні змішаних графів. Змішаний граф відображає множину операцій зі збору сміття та часові зв'язки між моментами їх виконання. Для того щоб з такого графа можна було розробити оптимальний розклад, з графа потрібно видалити цикли. Для цього була застосована методика «розділяй і володарюй». Запропонований алгоритм складання графа застосований для дослідження діючої системи збору сміття. В результаті досліджень досягнута вища продуктивність сміттевозів та своєчасний вивіз органічних відходів. Скорочення тижневої тривалості роботи 6 автомобілів-сміттевозів при застосуванні 70 % рівня заповнення контейнерів досягло 42 годин.

Ключові слова: організація перевезень, побутові відходи, розклад операцій, періодичність процесів, змішані графи.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252001

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИВОЗУ СМІТТЯ У ТЕРИТОРІАЛЬНІЙ ГРОМАДІ (с. 24–30)

Р. Р. Бігун, В. В. Литвин

Пропонується алгоритм оптимізації маршруту збору сміття в об'єднаній територіальній громаді (або окремого населеного пункту). Дослідження проведено для одного сміттевозу. Для максимальної ефективності алгоритму, зроблено припущення, що пункти вивезення зібраних відходів сміттевозом можуть бути розміщені на шляху між запропонованими кластерами пунктів збору сміття. Доведено оптимізацію побудованих маршрутів з урахуванням вищезгаданих припущень. Отримані результати можуть бути використані для зменшення витрат бюджету влади територіальних громад для збору та утилізації відходів. Знайдені рішення можуть значно скоротити час на збір сміття, що покращить екологічно-естетичну ситуацію досліджуваної території. Використання нового алгоритму дозволяє відображати результати, як в кількісній, так і в якісній формі.

Для кластеризації було вибрано покращений алгоритм k-середніх з максимальним розміром кластера. Кожний кластер побудований на основі значення максимальної тоннажності сміттевоза. Це означає, що розмір кластера визначиться значенням максимальної кількості відходів, які можуть бути вивезені за один раз сміттевозом.

Для пошуку найкоротшого шляху між представниками одного кластеру (пункти збору сміття) з обходом всіх його точок та для пошуку оптимального шляху між всіма кластерами, сформованими для територіальної громади, використано задачу комівояжера.

Проблема ефективної утилізації відходів у територіальних громадах має тенденцію швидкого зростання та все більш гостро постає питання про оптимізацію збору та вивозу сміття. Це пов'язано з тим, що в даний час разом зі збільшенням глобального населення всі види виробництва нарощують свої обсяги, що в свою чергу призводить до збільшення кількості відходів, зокрема побутових.

Ключові слова: оптимізація маршруту вивозу сміття, кластеризація, задача комівояжера, розвиток територіальних громад.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252667

АНАЛІЗ ПОЛІТИКИ ОПЕРАЦІЙНОЇ АКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА З РЕЗЕРВУВАННЯМ ПРОДУКЦІЇ (с. 31–42)

В. Я. Заруба, Л. В. Потрашкова, Л. С. Гур'янова, К. М. Сокол, І. М. Кукса

У роботі досліджується процес оперативного планування виробництва промислової компанії за умов випадкових коливань поточного попиту. Показано, що за цих умов виникають втрати, розміри яких залежать від прийнятої політики операційної активності. Під політику операційної активності розуміється правило прийняття рішень про поточні обсяги виробництва на основі інформації про замовлення, ймовірні обсяги майбутнього попиту та можливі втрати через відхилення завантаження потужностей від нормативного.

У роботі запропоновано оцінювати ефективність кожної політики операційної активності за допомогою показника, який відповідає граничному середньому економічному ефекту в одиницю часу на нескінченній кількості періодів. Розроблено оригінальний підхід до оцінки ефективності політики операційної активності із резервуванням продукції. Показано, що за використання цієї політики виникає ефект «залежання» продукції на ланцюжках послідовних періодів. Запропоновано вибирати початковий резерв так, щоб ймовірність завершення ланцюжка резервування на заданій кількості періодів складала величину, близьку до одиниці. Такий підхід створює можливість для визначення очікуваного економічного ефекту на ланцюжках резервування різних видів і у результаті – для отримання оцінки ефективності політики загалом.

Отримано оцінку ефективності політики з резервуванням у формі залежності показника ефективності політики від значень вартісних показників. Порівняння цієї оцінки з аналогічною оцінкою ефективності політики виконання замовлень дозволило знайти умову, за якої політика з резервуванням є більш вигідною. Умова полягає в тому, щоб величина втрат на одиницю продукції, пов'язана із зберіганням запасу продукції, не перевищувала половини суми втрат на одиницю продукції, зумовлених простоями та наднормативним завантаженням потужностей.

Ключові слова: оперативне планування, політика операційної активності, випадковий попит, ризики, резервування продукції.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.252866

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ НА КІНЦЕВОМУ ІНТЕРВАЛІ ДЛЯ НЕЛІНІЙНОЇ СИСТЕМИ ТРИСЕКТОРНОГО ЕКОНОМІЧНОГО КЛАСТЕРУ (с. 43–52)

Zainelkhriet Murzabekov, Marek Milosz, Kamshat Tussupova, Gulbanu Mirzakhmedova

Ставиться задача оптимального управління на кінцевому інтервалі часу для математичної моделі трисекторного економічного кластеру. Економічна система шляхом перетворень зведена до задачі оптимального управління для одного класу нелінійних систем з коефіцієнтами, залежними від стану об'єкта управління. Розглядаються дві задачі оптимального управління для одного класу нелінійних систем без обмежень і з обмеженнями на управління. Нелінійний цільовий функціонал у цих задачах залежить від управління та стану об'єкта. Потім, використовуючи результати розв'язання задач оптимального управління на кінцевому інтервалі, розроблено алгоритм розв'язання задачі для нелінійної системи трисекторного економічного кластеру. Знайдено нелінійне управління, засноване на принципі зворотного зв'язку за допомогою множників Лагранжа спеціального виду. Результати, отримані для нелінійних систем, використовуються при побудові керуючих параметрів математичної моделі трисекторного економічного кластеру на кінцевому інтервалі часу із заданим функціоналом та різними початковими умовами. Результати розрахунку стану системи представлені на малюнках, оптимальні управління задовольняють задані обмеження. Визначено оптимальний розподіл трудових та інвестиційних ресурсів для трисекторного економічного кластеру. Вони забезпечують приведення системи у стан рівноваги та дотримуються балансових співвідношень. Ці результати корисні для практики і мають важливе прикладне значення, у зв'язку з тим, що існує ряд задач оптимального управління, коли необхідно перевести систему з початкового стану у бажаний кінцевий стан за заданий інтервал часу. Такі проблеми часто виникають для економічної системи, коли потрібно досягти певного рівня розвитку.

Ключові слова: задача оптимального управління, трисекторний економічний кластер, метод множників Лагранжа, нелінійна система, квадратичний функціонал.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.253299

РОЗРОБКА КОНЦЕПЦІЇ ПОБУДОВИ ТА ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО СТАНДАРТУ ПРОЄКТНОГО УПРАВЛІННЯ НА БАЗІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЄЮ PRIMADOC (с. 53–65)

Ю. М. Тесля, Н. Ю. Єгорченкова, О. В. Єгорченков, Ю. Л. Хлевна, Є. Ю. Катаєва, В. В. Веретельник, І. П. Частокотенко, І. В. Огірко, А. О. Хлевний, Т. В. Латишева

Показана необхідність діджиталізації процесів управління проектами, зокрема, задля створення та використання інформаційного стандарту проєктного управління (ІСПУ). Розроблено модель використання інформаційного стандарту проєктного управління для

визначення планових параметрів проектів. Сформульовано принципи та виділено задачі діджиталізації, рішення яких дозволить створити такий стандарт. Проведено аналіз наявних теоретичних і практичних розробок в цій галузі. Показано, що питання створення інформаційного стандарту проектного управління поки що залишається відкритим. Встановлено, що для задоволення сформульованих вимог не підходять традиційні програмні засоби чи бази даних. Це пов'язане з тим, що вони не забезпечують необхідний рівень системності та документального супроводження в процесах формування інформаційного стандарту проектного управління. Тому запропоновано використати систему управління інформацією підприємств і проектів PrimaDoc для створення такого стандарту. Запропоновано концепцію побудови та використання інформаційного стандарту проектного управління на базі системи управління інформацією PrimaDoc. Розроблено структуру інформаційної технології формування ІСПУ проектно-орієнтованої компанії. Запропоновано підхід та інструменти налаштування середовища системи управління інформацією PrimaDoc на технологію формування ІСПУ проектно-орієнтованої компанії.

Проведені експериментальні дослідження, які показали зменшення витрат праці при формуванні ІСПУ на 65 %. Виконана практична апробація інформаційної технології формування ІСПУ проектно-орієнтованої компанії на базі системи PrimaDoc. В ПАТ Тутковський (Україна) було створено інформаційний стандарт проектного управління, який включав більше 10000 документів. Результати експериментів і практичної апробації свідчать про ефективність розробленої концепції і інформаційної технології формування і використання інформаційного стандарту проектного управління.

Ключові слова: інформаційний стандарт проектного управління, система управління інформацією PrimaDoc, планування проектів.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.253043

РОЗРОБКА КОМПЕТЕНТІСНОГО МЕТОДУ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПРОСТОРІВ ВИКОНАВЦІВ ОСВІТНІХ ПРОЄКТІВ В ДИНАМІЧНОМУ СЕРЕДОВИЩІ (с. 66–73)

О. Ю. Кучанський, А. О. Білощицький, Ю. В. Андрашко, Yingxing Wang

В роботі описано понятійний апарат для формування інформаційних просторів виконавців освітніх проектів в динамічному середовищі. Розроблено множинну модель ідентифікації виконавця освітнього проекту, враховуючи компетентнісний підхід та динаміку складників інформаційного простору. Для оцінювання компетентностей виконавців освітніх проектів розраховуються три складники: оцінка знань виконавця, оцінка продуктивності виконавця, оцінка особистісних якостей виконавця. На основі отриманих оцінок формуються узагальнені оцінки рівня компетентностей кожного виконавця. Ці оцінки для кожного виконавця певного освітнього проекту використовуються для визначення рівня продуктивності та потенціалу даного проекту. Для знаходження узагальненої оцінки потенціалу проекту використано метод найменших квадратів для побудови лінії регресії, що вказує на тенденцію розвитку компетентностей виконавців проекту.

Запропоновано етапи побудови інформаційних просторів виконавців освітніх проектів в динамічному середовищі. Експериментально перевірена гіпотеза дослідження щодо того, що поступальний динамічний розвиток виконавців освітніх проектів здійснює вплив на потенціал цих проектів. Для верифікації описаного методу побудови було відібрано десять освітніх проектів, які реалізувались за період з 2014 по 2020 роки. Результати вказують на те, що оцінка компетентностей виконавців проектів, що зафіксована на момент закінчення проекту, практично повністю збігається з оцінкою евалюаторів після завершення проектів. Ранги, отримані після фінальної оцінки проектів, та ранги за розрахованими оцінками продуктивності співпадають на 40 %. Оцінка проектів здебільшого орієнтована на репутацію та продуктивність виконавців, і не достатньо враховує трансформацію компетентностей виконавців, впродовж реалізації проектів.

Ключові слова: інформаційний простір, виконавець освітнього проекту, множинна модель, наукова комунікація.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.253351

УДОСКОНАЛЕННЯ МОДЕЛІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ПРОЦЕСАХ ЗОВНІШНЬОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИЩОЇ ОСВІТИ (с. 74–85)

Т. Г. Фесенко, І. В. Рубан, К. І. Карпенко, Г. Г. Фесенко, А. А. Коваленко, А. В. Якунін, Г. В. Фесенко

Розглядаються особливості процесів зовнішнього забезпечення якості в системі менеджменту вищої освіти. Зазначається, що якість освітніх програм (ОП) закладів вищої освіти контролюється агентствами із забезпечення якості (Quality Assurance Agency, QAA) із використанням системи акредитації. Визначено ключові особливості акредитаційного процесу в частині експертного оцінювання. Висвітлено проблему управління акредитаційним процесом – суб'єктивність та недостатня узгодженість експертних рішень.

Застосовано кореляційний метод для визначення взаємозалежностей у експертних оцінках (компетентністю, змістовною спрямованістю суджень, сприйняття лінгвістичної шкали оцінок). Виявлені типи змінних дозволяють пояснити існуючу міру суб'єктивності, яка впливає на колективний звіт експертів.

Запропоновано комплексну методіку кількісного оцінювання якості ОП в умовах невизначеності на основі врахування відносної важливості відповідних критеріїв і субкритеріїв, а також рівнів компетентності експертів із використанням апарату нечіткої математики. Розроблено базову модель формування колегіального експертного висновку щодо якості ОП на прикладі системи критеріїв якості, затверджених українським QAA. Варіації експертних значень вагових коефіцієнтів та параметрів нечітких чисел у розрізі лінгвістичної шкали оцінок («А – В – Е – F») дозволили застосовувати засоби обчислювального експерименту. Застосування даної моделі дозволить менеджерам позитивно вплинути на існуючу двозначність способу оцінювання, що вимагає керуватися стандартними критеріями й водночас визначати інноваційність ОП. У цілому застосування запропонованого оцінювального інструментарію щодо якості ОП уможливило прийняття експертами та менеджерами рішень на більш високому рівні академічної та управлінської культури.

Ключові слова: забезпечення якості, вища освіта, акредитація, експертна оцінка, модель інтегральної оцінки.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.251027

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ЧИННИКІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ПОТРЕБУ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ У ФАХІВЦЯХ ВИЩОЇ КВАЛІФІКАЦІЇ (с. 86–96)

О. В. Майстренко, В. В. Хома, А. А. Щерба, Ю. В. Ольшевський, Ю. П. Переверзін, О. Б. Попков, О. С. Корнієнко, О. О. Шагило, А. В. Манелюк

Запропоновано метод розрахунку коефіцієнтів впливу чинників на потребу у фахівцях вищої кваліфікації. Метод базується на методах експертного оцінювання, зокрема, щодо визначення важливості, ступеня реалізації та тенденції чинників, які впливають на потребу у фахівцях вищої кваліфікації. В методі реалізовано блок перевірки достовірності даних за коефіцієнтом конкордації Кендала та критерієм Пірсона. В методі застосовано оригінальний підхід до визначення компетентності експертів, зокрема, через врахування самооцінювання, взаємооцінювання та об'єктивного оцінювання. Запропонований метод дозволяє урахувати вплив чинників на потребу у фахівцях вищої кваліфікації з можливістю прогнозу.

Визначено сукупність чинників, які впливають на потребу у фахівцях вищої кваліфікації та величину їх впливу. Визначення проведено шляхом розрахунку показників кожного з критеріїв щодо важливості, реалізації та тенденції. Визначення проведено за допомогою алгоритму розрахунку коефіцієнтів впливу чинників на потребу у фахівцях вищої кваліфікації.

Загалом було визначено, такі групи чинників: умови наукової і науково-педагогічної діяльності в певному закладі вищої освіти, привабливість наукової і науково-педагогічної діяльності в певній країні (регіоні), розвиток галузі (спеціальності). Для визначення числових значень впливу чинників було підбрано групу з 30 експертів, що задовольняє умові досягнення довірчої імовірності 0,94.

Результати оцінювання суджень експертів було встановлено, що найбільше впливають чинники: соціальний захист (0,87), бюджет на вищу освіту (0,99), оплата праці (0,9) та престиж наукової і науково-педагогічної діяльності (0,91). Найменше впливають: кількість первинних посад в галузі (0,48) та можливості до самореалізації у закладі вищої освіти (0,58).

Ключові слова: підготовка в аспірантурі, плинність кадрів, заклад вищої освіти, фахівці вищої кваліфікації.