

ABSTRACT AND REFERENCES

CONTROL PROCESSES

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.219285

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR MODELLING DELAY PROPAGATION IN RAILWAY NETWORKS USING EPIDEMIOLOGICAL SIR MODELS (p. 6–13)**Dmytro Gurin**

Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3089-1217>**Andrii Prokhorchenko**

Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3123-5024>**Mykhailo Kravchenko**

Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7445-8952>**Ganna Shapoval**

Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7884-6781>

A method has been developed to simulate propagation of train delays in branched railroad ranges using modified epidemiological SIR models. These models take into account the mutual influence of trains with different priorities in the flow. This makes it possible to study the heterogeneous dynamics in the propagation of delays among trains of different priorities. To consider the propagation of the primary delay in space and time, it is proposed to represent the topology of the railway network in the form of an undirected graph with reference to the edge of the graph in the mathematical system of differential equations of the SIR model. This unifies the process of constructing SIR models for each edge (section) of the network graph and reduces the dimension of the problem. To take into account the influence of the “network effect”, it is proposed to determine the transit coefficient for each station of the section. This coefficient helps calculate the number of delayed trains for adjacent sections. To set SIR models, it is proposed to use empirical data on the propagation of the average delay in the standard traffic schedule in the corresponding section. For the sequential solution of SIR models corresponding to interconnected network sections, an algorithm is applied to turn the network graph into a directed tree the root of which is the station where the delay occurs. Tests on modelling the propagation of train delays in the railway network are carried out taking into account the mutual influence of different categories of trains in the flow and the built-in time reserves for the restoration of movement. The obtained simulation results have confirmed the adequacy of the solutions and helped quantify the influence of primary delays and the amount of time reserve in the schedules of trains of various categories on the reliability of the standard train schedule.

Keywords: railway, network, train schedule, delay propagation, epidemiological model, SIR.

References

- Kariyazaki, K., Hibino, N., Morichi, S. (2013). Simulation Analysis of Train Operation to Recover Knock-on Delay under High-Frequency. 13th World Conference on Transport Research. Rio de Janeiro. Available at: <http://www.wctrs-society.com/wp-content/uploads/abstracts/rio/selected/1603.pdf>
- Müller-Hannemann, M., Schnee, M. (2009). Efficient Timetable Information in the Presence of Delays. Lecture Notes in Computer Science, 249–272. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-642-05465-5_10
- Goverde, R. M. P. (2010). A delay propagation algorithm for large-scale railway traffic networks. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 18 (3), 269–287. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2010.01.002>
- Matsiuk, V., Myronenko, V., Horoshko, V., Prokhorchenko, A., Hrushevska, T., Shcherbyna, R. et. al. (2019). Improvement of efficiency in the organization of transfer trains at developed railway nodes by implementing a “flexible model.” Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (3 (98)), 32–39. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.162143>
- Butko, T., Prokhorchenko, A., Golovko, T., Prokhorchenko, G. (2018). Development of the method for modeling the propagation of delays in noncyclic train scheduling on the railroads with mixed traffic. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (3 (91)), 30–39. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.123141>
- Meester, L. E., Muns, S. (2007). Stochastic delay propagation in railway networks and phase-type distributions. Transportation Research Part B: Methodological, 41 (2), 218–230. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trb.2006.02.007>
- Berger, A., Gebhardt, A., Müller-Hannemann, M., Ostrowski, M. (2011). Stochastic delay prediction in large train networks. 11th Workshop on Algorithmic Approaches for Transportation Modelling, Optimization, and Systems, 100–111. doi: <https://doi.org/10.4230/OASIS.ATMOS.2011.100>
- Yuan, J., Hansen, I. A. (2007). Optimizing capacity utilization of stations by estimating knock-on train delays. Transportation Research Part B: Methodological, 41 (2), 202–217. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trb.2006.02.004>
- Barta, J., Rizzoli, A. E., Salani, M., Gambardella, L. M. (2012). Statistical modelling of delays in a rail freight transportation network. Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference (WSC). doi: <https://doi.org/10.1109/wsc.2012.6465188>
- Rößler, D., Reisch, J., Kliwer, N. (2019). Modeling Delay Propagation and Transmission in Railway Networks. 14th International Conference on Wirtschaftsinformatik.
- Wang, P., Zhang, Q. (2019). Train delay analysis and prediction based on big data fusion. Transportation Safety and Environment, 1 (1), 79–88. doi: <https://doi.org/10.1093/tse/tdy001>
- Graffagnino, T. (2012). Ensuring timetable stability with train traffic data. Computers in Railways XIII. doi: <https://doi.org/10.2495/cr120361>
- Gorman, M. F. (2009). Statistical estimation of railroad congestion delay. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 45 (3), 446–456. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2008.08.004>
- Wen, C., Huang, P., Li, Z., Lessan, J., Fu, L., Jiang, C., Xu, X. (2019). Train Dispatching Management With Data-Driven Approaches: A Comprehensive Review and Appraisal. IEEE Access, 7, 114547–114571. doi: <https://doi.org/10.1109/access.2019.2935106>
- Landex, A. (2012). Network effects in railways. Computers in Railways XIII. doi: <https://doi.org/10.2495/cr120331>
- Pagani, A., Mosquera, G., Alturki, A., Johnson, S., Jarvis, S., Wilson, A. et. al. (2019). Resilience or robustness: identifying topological vulnerabilities in rail networks. Royal Society Open Science, 6 (2), 181301. doi: <https://doi.org/10.1098/rsos.181301>

17. Monechi, B., Gravino, P., Di Clemente, R., Servedio, V. D. P. (2018). Complex delay dynamics on railway networks from universal laws to realistic modelling. *EPJ Data Science*, 7 (1). doi: <https://doi.org/10.1140/epjds/s13688-018-0160-x>
18. Baspinar, B., Koyuncu, E. (2016). A Data-Driven Air Transportation Delay Propagation Model Using Epidemic Process Models. *International Journal of Aerospace Engineering*, 2016, 1–11. doi: <https://doi.org/10.1155/2016/4836260>
19. Dai, X., Hu, M., Tian, W., Xie, D., Hu, B. (2016). Application of Epidemiology Model on Complex Networks in Propagation Dynamics of Airspace Congestion. *PLOS ONE*, 11 (6), e0157945. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157945>
20. Manitz, J., Harbering, J., Schmidt, M., Kneib, T., Schobel, A. (2014). Network-based Source Detection: From Infectious Disease Spreading to Train Delay Propagation. *Proceedings of the 29th International Workshop on Statistical Modelling*, 201–205.
21. Frankhuizen, K., Li, Y., Liu, H. (2017). Cascading Behavior of delay in Dutch Train Transportation: Network patterns and a model. Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/Cascading-Behavior-of-delay-in-Dutch-Train-%3A-and-a-Frankhuizen-Li/3a31366023f6626c5df52e6157aebddee8c54398>
22. Zeng, Z., Li, T. (2018). Analyzing Congestion Propagation on Urban Rail Transit Oversaturated Conditions: A Framework Based on SIR Epidemic Model. *Urban Rail Transit*, 4 (3), 130–140. doi: <https://doi.org/10.1007/s40864-018-0084-6>
23. Instruktsiya zi skladannia hrafika rukhu poizdiv na zaliznytsiakh Ukrainy (zatv. Ukrzaliznytsia 05.04.2002). *Transport Ukrainy*.
24. Instruktsiya z rozrakhunku naiavnoi propusknoi spromozhnosti zaliznyts Ukrainy (zatv. Ukrzaliznytsia 14.03.2001 r. No. 143/Ts). *Transport Ukrainy*.
25. Kermack, W. O., McKendrick, A. G. (1927). Contributions to the mathematical theory of epidemics-I. *Proc. Roy. Soc. London Ser. A*, 115, 700–721.
26. Rushton, S., Mautner, A. J. (1955). The deterministic model of a simple epidemic for more than one community. *Biometrika*, 42 (1-2), 126–136. doi: <https://doi.org/10.1093/biomet/42.1-2.126>
27. Ball, F. (1985). Deterministic and stochastic epidemics with several kinds of susceptibles. *Advances in Applied Probability*, 17 (1), 1–22. doi: <https://doi.org/10.2307/1427049>
28. Pravyla tekhnichnoi ekspluatatsiyi zaliznyts Ukrainy (zatv. nakazom Ministerstva transportu Ukrainy vid 20.12.96 N 411, zareiestrovani u Miniustri 25.02.97 za No. 50/1854 (zi zminyamy ta dopovnenniamy). *Transport Ukrainy*.
29. Watson, R. K. (1972). On an epidemic in a stratified population. *Journal of Applied Probability*, 9 (3), 659–666. doi: <https://doi.org/10.2307/3212334>
30. Valiente, G. (2002). *Algorithms on Trees and Graphs*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-04921-1>

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.220214

DEVELOPMENT OF A MULTIMODAL (RAILROAD-WATER) CHAIN OF GRAIN SUPPLY BY THE AGENT-BASED SIMULATION METHOD (p. 14–22)

Anatolii Mazaraki

Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5283-8444>

Viacheslav Matsiuk

State University of Infrastructure and Technology, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2355-2564>

Nataliia Ilchenko

Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4052-571X>

Olha Kavun-Moshkovska

Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4282-5663>

Tetyana Grygorenko

Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1941-6765>

The results of the simulation of a multi-element chain of grain supply by the rail and water multimodal route were shown. Mathematical substantiation of the optimization problem was presented. The minimum cargo delivery time was selected as the optimization criterion. The limits for the admissible use (loading) of fleets of transport units of railroad and water transport were selected as optimization constraints. The optimization model is a multi-parametric problem of stochastic programming. The objective function of the model was represented in implicit expression. The search for the solution of the optimization model was performed using experiments with the developed simulation model.

The simulation model is based on the discrete-event and agent-based principles, it simulates the interaction of two railroad and one sea transport and technological lines, as well as terminal points of accumulation, storage, and reloading of cargo batches. One ton of wheat grain acts as a part of the cargo module.

The simulation model was developed in AnyLogic RE (USA) and Java SE (USA) environments. The algorithm of the simulation model involves the interaction of populations of agents of transport junction points; agents of transport and technological lines; populations of agents of fleets of transport units; agents of information orders for transportation. The model was implemented using the example of the actual process of grain supply from Ukraine to Egypt.

The model was studied using the integer optimization method. As a result of experiments, the optimal values of the required stock of cars, locomotives, and naval vessels were established. In addition, the required capacity of granaries at the shipping stations and seaports' terminals, as well as the necessary capacity of track development of railroad stations, were found. The established average delivery time was within 185 hours.

Keywords: multimodal logistics, grain supply chain, agent-based simulation, railroad and water route.

References

1. De Bok, M., Tavasszy, L., Thoen, S. (2020). Application of an empirical multi-agent model for urban goods transport to analyze impacts of zero emission zones in The Netherlands. *Transport Policy*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.07.010>
2. Ziemke, D., Kaddoura, I., Nagel, K. (2019). The MATSim Open Berlin Scenario: A multimodal agent-based transport simulation scenario based on synthetic demand modeling and open data. *Procedia Computer Science*, 151, 870–877. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.04.120>
3. Llorca, C., Kuehnel, N., Moeckel, R. (2020). Agent-based integrated land use/transport models: a study on scale factors and transport model simulation intervals. *Procedia Computer Science*, 170, 733–738. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.163>
4. Leng, N., Corman, F. (2020). How the issue time of information affects passengers in public transport disruptions: an agent-based simulation approach. *Procedia Computer Science*, 170, 382–389. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.068>

5. Müller, S. A., Leich, G., Nagel, K. (2020). The effect of unexpected disruptions and information times on public transport passengers: a simulation study. *Procedia Computer Science*, 170, 745–750. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.161>
6. Calabrò, G., Inturri, G., Pira, M. L., Pluchino, A., Ignaccolo, M. (2020). Bridging the gap between weak-demand areas and public transport using an ant-colony simulation-based optimization. *Transportation Research Procedia*, 45, 234–241. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.012>
7. Lee, E., Zaman Patwary, A. U., Huang, W., Lo, H. K. (2020). Transit interchange discount optimization using an agent-based simulation model. *Procedia Computer Science*, 170, 702–707. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.168>
8. Hebenstreit, C., Fellendorf, M. (2018). A dynamic bike sharing module for agent-based transport simulation, within multimodal context. *Procedia Computer Science*, 130, 65–72. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.013>
9. Sommerfeld, D., Teucke, M., Freitag, M. (2018). Identification of Sensor Requirements for a Quality Data-based Risk Management in Multimodal Supply Chains. *Procedia CIRP*, 72, 563–568. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.193>
10. Kagho, G. O., Balac, M., Axhausen, K. W. (2020). Agent-Based Models in Transport Planning: Current State, Issues, and Expectations. *Procedia Computer Science*, 170, 726–732. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.164>
11. Anda, C., Ordóñez Medina, S. A., Fourie, P. (2018). Multi-agent urban transport simulations using OD matrices from mobile phone data. *Procedia Computer Science*, 130, 803–809. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.139>
12. Thunig, T., Kühnel, N., Nagel, K. (2019). Adaptive traffic signal control for real-world scenarios in agent-based transport simulations. *Transportation Research Procedia*, 37, 481–488. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.215>
13. Shen, Y., Guo, Y., Chen, W. (2019). Safety analysis of China's marine energy channel based on Multi-Agent simulation. *Energy Procedia*, 158, 3259–3264. doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.01.988>
14. Rogeberg, O. (2019). A meta-analysis of the crash risk of cannabis-positive drivers in culpability studies – Avoiding interpretational bias. *Accident Analysis & Prevention*, 123, 69–78. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.11.011>
15. Samsonkin, V., Goretzkyi, O., Matsiuk, V., Myronenko, V., Boynik, A., Merkulov, V. (2019). Development of an approach for operative control over railway transport technological safety based on the identification of risks in the indicators of its operation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (3 (102)), 6–14. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.184162>
16. Mazaraki, A. A., Boiko, M. H., Bosovska, M. V., Kulyk, M. V. (2020). Multi-agent information service system of managing integration processes of enterprises. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 3, 103–108. doi: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-3/103>
17. Ilchenko, N., Kulik, A., Magda, R. (2018). Trends in development of wholesale trade in Ukraine. *Economic Annals-XXI*, 170 (3-4), 38–42. doi: <https://doi.org/10.21003/ea.v170-07>
18. Bučková, M., Krajčovič, M., Edl, M. (2017). Computer Simulation and Optimization of Transport Distances of Order Picking Processes. *Procedia Engineering*, 192, 69–74. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.06.012>
19. Prokhorchenko, A., Parkhomenko, L., Kyman, A., Matsiuk, V., Stepanova, J. (2019). Improvement of the technology of accelerated passage of low-capacity car traffic on the basis of scheduling of grouped trains of operational purpose. *Procedia Computer Science*, 149, 86–94. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.01.111>
20. Matsiuk, V., Myronenko, V., Horoshko, V., Prokhorchenko, A., Hrushevska, T., Shcherbyna, R. et. al. (2019). Improvement of efficiency in the organization of transfer trains at developed railway nodes by implementing a “flexible model.” *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (3 (98)), 32–39. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.162143>
21. Shramenko, V., Muzylyov, D., Shramenko, N. (2020). Methodology of costs assessment for customer transportation service of small perishable cargoes. *International Journal of Business Performance Management*, 21 (1/2), 132. doi: <https://doi.org/10.1504/ijbpm.2020.10027632>
22. De Bok, M., de Jong, G., Tavasszy, L., van Meijeren, J., Davydenko, I., Benjamins, M. et. al. (2018). A multimodal transport chain choice model for container transport. *Transportation Research Procedia*, 31, 99–107. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.09.049>
23. Karimi, B., Bashiri, M. (2018). Designing a Multi-commodity multimodal splittable supply chain network by logistic hubs for intelligent manufacturing. *Procedia Manufacturing*, 17, 1058–1064. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.080>
24. Zhang, X., Zhang, W., Lee, P. T.-W. (2020). Importance rankings of nodes in the China Railway Express network under the Belt and Road Initiative. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 139, 134–147. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.07.003>
25. Shramenko, V., Muzylyov, D., Shramenko, N. (2020). Integrated business-criterion to choose a rational supply chain for perishable agricultural goods at automobile transportations. *International Journal of Business Performance Management*, 21 (1/2), 166. doi: <https://doi.org/10.1504/ijbpm.2020.10027634>
26. Shramenko, N. Y., Shramenko, V. O. (2019). Optimization of technological specifications and methodology of estimating the efficiency of the bulk cargoes delivery process. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 3, 146–151. doi: <https://doi.org/10.29202/nvngu/2019-3/15>

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.220257

ESTABLISHING THE REGULARITIES OF CORRELATION BETWEEN AMBIENT TEMPERATURE AND FUEL CONSUMPTION BY CITY DIESEL BUSES (p. 23–32)

Danylo Savostin-Kosiak

National Transport University, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8795-5939>

Maksymilian Madziel

Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3957-8294>

Artur Jaworski

Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1599-1711>

Oleksandr Ivanushko

National Transport University, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3759-5856>

Mykola Tsiuman

National Transport University, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2537-8010>

Andrii Loboda

National Transport University, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6956-3288>

Motor transport is the main consumer of energy resources in most countries. Atmospheric conditions, along with the vehicle de-

sign, its technical condition, driver's skill, road, and transport conditions significantly affect fuel consumption. However, in mathematical modeling, they are often taken into account by average values which can affect the accuracy of the results.

The nature of the relationship between ambient temperature and fuel consumption by city diesel buses was established on the basis of experimental and analytical studies. According to the results of the analysis of experimental data, it was found that this relationship is described by polynomial regressions of the second order. The accuracy of the regression model was confirmed by Fisher's test for two city routes.

Analytical studies of the effect of air density, rolling resistance, transmission efficiency, and all three factors together on fuel consumption were performed using mathematical modeling using the Physical Emission Rate Estimator methodology. It was found that rolling resistance and transmission efficiency have the greatest impact on fuel consumption. In both cases, the difference between the highest and lowest estimated value was 2.5 %. However, in absolute units, the difference is greater by 0.2 l/100 km for rolling resistance.

The obtained results can be used in mathematical models of vehicle movement, in particular city buses, to take into account the dynamics of changes in fuel consumption depending on the ambient temperature. They will also be useful in mathematical models for determining harmful emissions to calculate fuel consumption at various ambient temperatures.

Keywords: fuel consumption, ambient temperature, city diesel buses, experimental data.

References

1. Passenger transport statistics. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Passenger_transport_statistics
2. Enerhetychnyi balans Ukrainy. Sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy. Available at: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2012/energ/en_bal/arh_2012.htm
3. Energy, transport and environment statistics (2019). Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi: <http://doi.org/10.2785/660147>
4. Complete energy balances. Available at: https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_bal_c&lang=en
5. Fontaras, G., Zacharof, N.-G., Ciuffo, B. (2017). Fuel consumption and CO₂ emissions from passenger cars in Europe – Laboratory versus real-world emissions. *Progress in Energy and Combustion Science*, 60, 97–131. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2016.12.004>
6. Tsokolis, D., Tsiakmakis, S., Dimaratos, A., Fontaras, G., Pistikopoulos, P., Ciuffo, B., Samaras, Z. (2016). Fuel consumption and CO₂ emissions of passenger cars over the New Worldwide Harmonized Test Protocol. *Applied Energy*, 179, 1152–1165. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.091>
7. Soares, S. M. C., Sodre, J. R. (2002). Effects of atmospheric temperature and pressure on the performance of a vehicle. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 216 (6), 473–477. doi: <https://doi.org/10.1243/09544070260137499>
8. Nam, E. K., Giannelli, R. (2005). Fuel Consumption Modeling of Conventional and Advanced Technology Vehicles in the Physical Emission Rate Estimator (PERE). EPA document number: 420-P-05-001. Available at: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockey=P1001D6I.pdf>
9. MOVES2014a User Guide. Assessment and Standards Division Office of Transportation and Air Quality U.S. Environmental Protection Agency (2015). EPA document number: EPA-420-B-15-095. United States Environmental Protection Agency. Available at: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockey=P100NNCY.pdf>
10. Normy vytrat palyva i mastylnykh materialiv na avtomobilnomu transporti. Tretia redaktsiya (2012). Kyiv: I Vydavnytstvo NVTs «InformAvtoDor».
11. Esteban, B., Riba, J.-R., Baquero, G., Rius, A., Puig, R. (2012). Temperature dependence of density and viscosity of vegetable oils. *Biomass and Bioenergy*, 42, 164–171. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.03.007>
12. Sakhno, V. P., Kostenko, A. V., Zahorodnov, M. I. et. al. (2014). Ekspluatatsiini vlastyvoosti avtotransportnykh zasobiv. Ch. 1. Dynamichnist ta palyvna ekonomichnist avtotransportnykh zasobiv. Donetsk: Noulidzh.
13. Aladayleh, W., Alahmer, A. (2015). Recovery of Exhaust Waste Heat for ICE Using the Beta Type Stirling Engine. *Journal of Energy*, 2015, 1–8. doi: <https://doi.org/10.1155/2015/495418>
14. Luján, J. M., Climent, H., Ruiz, S., Moratal, A. (2018). Influence of ambient temperature on diesel engine raw pollutants and fuel consumption in different driving cycles. *International Journal of Engine Research*, 20 (8-9), 877–888. doi: <https://doi.org/10.1177/1468087418792353>
15. Lee, M.-Y., Lee, G.-S., Kim, C.-J., Seo, J.-H., Kim, K.-H. (2018). Macroscopic and Microscopic Spray Characteristics of Diesel and Gasoline in a Constant Volume Chamber. *Energies*, 11 (8), 2056. doi: <https://doi.org/10.3390/en11082056>
16. Kolosiuk, D. S., Zerkalov, D. V. (2003). Ekspluatatsiyni materialy. Kyiv: Aristei.
17. Nanba, S., Iijima, A., Shoji, H., Yoshida, K. (2011). A Study on Influence of Forced Over Cooling on Diesel Engine Performance. *SAE Technical Paper*. doi: <https://doi.org/10.4271/2011-32-0605>
18. Celik, A., Yilmaz, M., Yildiz, O. F. (2020). Improvement of diesel engine startability under low temperatures by vortex tubes. *Energy Reports*, 6, 17–27. doi: <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2019.11.027>
19. Yan, J. (Ed.) (2015). *Handbook of Clean Energy Systems*. 6 Volume Set. Wiley, 4032.
20. Li, H., Andrews, G. E., Zhu, G., Daham, B., Bell, M., Tate, J., Ropkins, K. (2005). Impact of Ambient Temperatures on Exhaust Thermal Characteristics during Cold Start for Real World SI Car Urban Driving Tests. *SAE Technical Paper Series*. doi: <https://doi.org/10.4271/2005-01-3896>
21. *Hydrodynamic couplings. Principles. Features. Benefits* (2015). Voith Turbo GmbH & Co. KG, Germany: Crailsheim.
22. Vickerman, R. J., Streck, K., Schiferl, E., Gajanayake, A. (2009). The Effect of Viscosity Index on the Efficiency of Transmission Lubricants. *SAE International Journal of Fuels and Lubricants*, 2 (2), 20–26. doi: <https://doi.org/10.4271/2009-01-2632>
23. Ejsmont, J., Taryma, S., Ronowski, G., Świczko-Żurek, B. (2015). Parameters influencing rolling resistance and possible correction procedures. Vienna: AIT Austrian Institute of Technology GmbH.
24. Samuel, M. B., Felix, P., Miguel, Y. N., Cyrille, T. S., Talla, P. K. (2020). Study and simulation of the fuel consumption of a vehicle with respect to ambient temperature and weather conditions. *International Journal of Engineering Technologies and Management Research*, 7 (1), 24–35. doi: <https://doi.org/10.29121/ijetmr.v7.i1.2020.480>
25. National Advisory Committee for Aeronautics. *Manual of the ICAO standard atmosphere calculations* (1996). Langley Aeronautical Lab.; Langley Field, VA, United States.
26. Lohse-Busch, H., Duoba, M., Rask, E., Stutenberg, K., Gowri, V., Slezak, L., Anderson, D. (2013). Ambient Temperature (20°F,

- 72°F and 95°F) Impact on Fuel and Energy Consumption for Several Conventional Vehicles, Hybrid and Plug-In Hybrid Electric Vehicles and Battery Electric Vehicle. SAE Technical Paper Series. doi: <https://doi.org/10.4271/2013-01-1462>
27. Wang, J. M., Jeong, C.-H., Zimmerman, N., Healy, R. M., Hilker, N., Evans, G. J. (2017). Real-World Emission of Particles from Vehicles: Volatility and the Effects of Ambient Temperature. *Environmental Science & Technology*, 51 (7), 4081–4090. doi: <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b05328>
 28. Jaworski, A., Mądziel, M., Lejda, K. (2019). Creating an emission model based on portable emission measurement system for the purpose of a roundabout. *Environmental Science and Pollution Research*, 26 (21), 21641–21654. doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05264-1>
 29. Bielaczyc, P., Szczotka, A., Woodburn, J. (2011). The effect of a low ambient temperature on the cold-start emissions and fuel consumption of passenger cars. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 225 (9), 1253–1264. doi: <https://doi.org/10.1177/0954407011406613>
 30. Lee, Y. K., Park, J. I., Lee, J. H. (2014). Analysis of the effect of cold start on fuel economy of gasoline automatic transmission vehicle. *International Journal of Automotive Technology*, 15 (5), 709–714. doi: <https://doi.org/10.1007/s12239-014-0073-z>
 31. Gritsuk, I., Volkov, V., Mateichyk, V., Gutarevych, Y., Tsiuman, M., Goridko, N. (2017). The Evaluation of Vehicle Fuel Consumption and Harmful Emission Using the Heating System in a Driving Cycle. *SAE International Journal of Fuels and Lubricants*, 10 (1), 236–248. doi: <https://doi.org/10.4271/2017-26-0364>
 32. Gritsuk, I. V., Mateichyk, V., Tsiuman, M., Gutarevych, Y., Smieszek, M., Goridko, N. (2018). Reducing Harmful Emissions of the Vehicular Engine by Rapid After-Start Heating of the Catalytic Converter Using Thermal Accumulator. SAE Technical Paper Series. doi: <https://doi.org/10.4271/2018-01-0784>
 33. Rahimi-Gorji, M., Ghajar, M., Kakaee, A.-H., Domiri Ganji, D. (2016). Modeling of the air conditions effects on the power and fuel consumption of the SI engine using neural networks and regression. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 39 (2), 375–384. doi: <https://doi.org/10.1007/s40430-016-0539-1>
 34. Shchitov, S. V., Krivuca, Z. F. (2014). Influence of Ambient Air Temperature on the Fuel Efficiency of Vehicles. *World Applied Sciences Journal*, 30 (3), 362–365. Available at: [https://idosi.org/wasj/wasj30\(3\)14/17.pdf](https://idosi.org/wasj/wasj30(3)14/17.pdf)
 35. Bilichenko, V. V., Pidhaiets, V. V., Tkachenko, M. M. (2012). Vplyv temperatury povitria na vytratu palyva avtomobiliv. *Mizhvuzivskyi zbirnyk «Naukovi Notatky»*, 37, 27–30. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nn_2012_37_7
 36. Anisimov, I., Ivanov, A., Chikishev, E., Chainikov, D., Reznik, L., Gavaev, A. (2017). Assessment of adaptability of natural gas vehicles by the constructive analogy method. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 12 (06), 1006–1017. doi: <https://doi.org/10.2495/sdp-v12-n6-1006-1017>

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.219293

DEVELOPING A STRATEGY FOR MODERNIZING PASSENGER SHIPS BY THE OPTIMAL DISTRIBUTION OF FUNDS (p. 33–41)

Alexander Shibaev

Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9886-6069>

Svitlana Borovyk

Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4168-8537>

Julia Mykhailova

Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4882-7803>

The life cycle of a passenger ship consists of such stages as designing, construction, operation, modernization, and disposal. Modernization includes a certain variety of operations on the vessel upgrading and thus contributes to the extension of the vessel life cycle. It is possible to determine the types, scope, and cost of operations for each vessel under consideration after analyzing its technical condition. It is advisable to alternate the operations of direct and indirect influence on the would-be profit from vessel operation when compiling a list of necessary modernization operations. Those vessels that as a result of preliminary calculations will not bring profit after modernization should not be included in the modernization plan.

Modernization is not able to replace shipbuilding as the main way to renew the fleet. However, under conditions of limited monetary funds, it should be used to smooth the need for new vessels.

The optimal distribution of funds between the groups of operations on vessel modernization was determined using a mathematical model. Objective function maximizes the profit gain from modernization operations. The controlled system in this case is a passenger ship. The state of the system before each step is characterized by the number of still undistributed funds. As a result of solving the problem, a shipowner receives an answer regarding the amount of funds available for him, the groups of operations on the passenger ship modernization in which to invest to have the highest profit gain.

Thus, the strategy of modernization of passenger ships by optimal distribution of funds is based on determining the types and volume of operations, their cost, utility, the ability to gain profit from the operation of a modernized vessel. It is also based on the optimization problem of allocating funds to modernization, provided they are limited.

Keywords: modernization, passenger ship, money distribution, dynamic programming, life cycle.

References

1. Kirillov, Yu. I. (2012). Antikrizisnye sposoby prodleniya zhiznennogo tsikla sudna v kommercheskom sudohodstve. *Sbornik nauchnykh trudov SWorld*, 1 (1), 35–38. Available at: <https://sworld.education/konfer26/149.pdf>
2. Tzannatos, E. S. (2005). Technical reliability of the Greek coastal passenger fleet. *Marine Policy*, 29 (1), 85–92. doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2004.04.001>
3. Kovtun, N. (2018). Techno-economic life cycle analysis for prospective commercial fleet. *Transactions of the Krylov State Research Centre*, 3 (385), 77–84. doi: <https://doi.org/10.24937/2542-2324-2018-3-385-77-84>
4. Tezdogan, T., Incecik, A., Turan, O. (2014). Operability assessment of high speed passenger ships based on human comfort criteria. *Ocean Engineering*, 89, 32–52. doi: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2014.07.009>
5. Rychkova, V. F., Moskalenko, M. A. (2010). Metodologiya innovatsionnogo podhoda k protsessu modernizatsii transportnykh sudov. *Sovremennye tendentsii v ekonomike i upravlenii: novyy vzglyad*, 3-2, 169–174. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21048394>
6. Liu, J., Jiao, F. (2016). Inland Ship Modernization Index. *Proceedings of the 2016 4th International Conference on Sensors, Mechatronics and Automation (ICSMA 2016)*. doi: <https://doi.org/10.2991/icsma-16.2016.33>

7. Yanchenko, A. (2020). Information support and quality of structural analysis of vessel modernization technology. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 940, 012076. doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/940/1/012076>
8. Egorov, A. (2019). Implementation prospects of innovative solutions for modernized and converted river cruise vessels. *Transactions of the Krylov State Research Centre*, 1, 240–246. doi: <https://doi.org/10.24937/2542-2324-2019-1-s-i-240-246>
9. Barsocchi, P., Ferro, E., La Rosa, D., Mahroo, A., Spoladore, D. (2019). E-Cabin: A Software Architecture for Passenger Comfort and Cruise Ship Management. *Sensors*, 19 (22), 4978. doi: <https://doi.org/10.3390/s19224978>
10. Hussein, A., Kandil, H. (2020). Seawater Desalination Using Waste Heat Recovery on Passenger Ship. *Port-Said Engineering Research Journal*, 24 (1), 82–101. doi: <https://doi.org/10.21608/pserj.2019.18192.1011>
11. Ammar, N. R., Seddiek, I. S. (2018). Thermodynamic, environmental and economic analysis of absorption air conditioning unit for emissions reduction onboard passenger ships. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 62, 726–738. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.05.003>
12. El Geneidy, R., Otto, K., Ahtila, P., Kujala, P., Sillanpää, K., Mäki-Jouppila, T. (2017). Increasing energy efficiency in passenger ships by novel energy conservation measures. *Journal of Marine Engineering & Technology*, 17 (2), 85–98. doi: <https://doi.org/10.1080/20464177.2017.1317430>
13. Bernevek, T. I. (2014). Zadachi marketinga po etapam zhiznennogo tsikla proekta priobreteniya morskogo transportnogo sudna. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*, 18, 25–30. Available at: <http://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-18/7.pdf>
14. Lazarev, A. N., Marchenko, S. S. (2016). Theoretical aspects of modernization of mixed «river-sea» navigation vessels. *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. admirala S. O. Makarova*, 1 (35), 76–84. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-aspekty-modernizatsii-sudov-smeshannogo-reka-more-plavaniya/viewer>
15. Egorov, A. G. (2020). Modernization and conversion of river cruise passenger vessels. *Herald of the Odessa National Maritime University*, 59 (2), 41–76. doi: <https://doi.org/10.33082/2226-1915-2-2019-41-76>
16. Bellman, R. (1960). *Dinamicheskoe programmirovaniye*. Moscow: Inostrannaya literatura, 400.
17. Bellman, R., Dreyfus, S. (1965). *Prikladnye zadachi dinamicheskogo programmirovaniya*. Moscow: Nauka, 459.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.219361

DEVELOPMENT OF MODELS FOR SEGREGATION OF INFRASTRUCTURE PROJECT MANAGEMENT ELEMENTS USING A MONO-TEMPLATE IN SAFETY-ORIENTED MANAGEMENT (p. 42–49)

Dmytro Kobylkin

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

Oleh Zachko

Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3208-9826>

Natalia Korogod

National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnipro, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0242-5497>

Daria Tymchenko

National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnipro, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2784-883X>

A comprehensive study of the process of decomposition and segregation of infrastructure project management elements using a mono-template under the influence of changes and safety-oriented management was carried out. The use of project, program and portfolio management tools made it possible to generalize the process of structural decomposition of infrastructure projects and features of segregation of management elements using a mono-template and provisions of safety-oriented management. This is important because of the peculiarities of the formation and planning of infrastructure projects: content, structure requirements and values, among which safety is the key. Thus, a conceptual schematic model of a mono-template in safety-oriented management is developed, which includes three blocks of project management. This made it possible to improve the planning process of infrastructure projects. The schematic model is developed and the application of the filter system of elements and parameters of infrastructure project management in safety-oriented management is proposed. The system allows carrying out the process of segregation of the necessary elements and parameters of infrastructure project management with the use of a mono-template. The influence and consequences of application on the basis of project parameters are described. A formalized model of the segregation process of infrastructure project management elements and parameters at the level of a mono-template in safety-oriented management is presented. The process of transition of structurally decomposed management elements and parameters through the filter system is described. In the course of this process, the project factors of proactive management, internal project environment, changes and system resistance affect the formed structurally decomposed blocks of a mono-template. The models developed in the study complement the project management tools and provide an opportunity to carry out the process of planning infrastructure projects at a high-quality level.

Keywords: infrastructure project, segregation, filter, impact of changes, project decomposition, safety-oriented management, mono-templates.

References

1. Bushuyev, S., Verenysh, O. (2018). The Blended Mental Space: Mobility and Flexibility as Characteristics of Project/Program Success. 2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT). doi: <https://doi.org/10.1109/stc-csit.2018.8526699>
2. Bushuyev, S., Verenysh, O. (2018). Organizational Maturity and Project. *Advances in Logistics, Operations, and Management Science*, 104–127. doi: <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-3197-5.ch006>
3. Voitushenko, A., Bushuyev, S. (2019). Development of Project Managers' Creative Potential: Determination of Components and Results of Research. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 283–292. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-33695-0_20
4. Babayev, I., Babayev, J. (2018). Management Priority of ICT Projects in Programme of Development Organization in Complex Dynamically Varying Environment. 2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT). doi: <https://doi.org/10.1109/stc-csit.2018.8526618>
5. Acebes, F., Pajares, J., Gal n, J. M., L pez-Paredes, A. (2014). A new approach for project control under uncertainty. Going back to the basics. *International Journal of Project Management*, 32 (3), 423–434. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.08.003>
6. Bochkovskii, A., Gogunskii, V. (2018). Development of the method for the optimal management of occupational risks. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (3 (93)), 6–13. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.132596>

7. Bushuyeva, N., Bushuiev, D., Busuieva, V., Achkasov, I. (2018). IT Projects Management Driving by Competence. 2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT). doi: <https://doi.org/10.1109/stc-csit.2018.8526680>
8. Bushuyev, S. D., Bushuev, D. A., Jaroshenko, R. F. (2018). Break-through competencies in the management of innovative projects and programs. Bulletin of NTU «KhPI». Series: Strategic Management, Portfolio, Program and Project Management, 1 (1277), 3–9. doi: <https://doi.org/10.20998/124507>
9. Dotsenko, N., Chumachenko, D., Chumachenko, I. (2018). Modeling of the Processes of Stakeholder Involvement in Command Management in a Multi-Project Environment. 2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT). doi: <https://doi.org/10.1109/stc-csit.2018.8526613>
10. Kononenko, I., Lutsenko, S. (2019). Application of the Project Management Methodology Formation's Method. Organizacija, 52 (4), 286–308. doi: <https://doi.org/10.2478/orga-2019-0018>
11. Lakho, V., Tsiutsiura, S., Ryndych, Y., Blozva, A., Desiatko, A., Usov, Y., Kaznadiy, S. (2019). Optimization of information and communication transport systems protection tasks. International Journal of Civil Engineering and Technology, 10 (1), 1–9. Available at: https://www.researchgate.net/publication/330998064_Optimization_of_information_and_communication_transport_systems_protection_tasks
12. Tsiutsiura, S., Kyivska, K., Tsiutsiura, M., Kryvoruchko, O., Dmytrychenko, A. (2019). Formation of a generalized information model of a construction object. International Journal of Mechanical Engineering and Technology, 10 (2), 69–79. Available at: https://www.researchgate.net/publication/332250781_Formation_of_a_generalized_information_model_of_a_construction_object
13. Efe, P., Demirors, O. (2019). A change management model and its application in software development projects. Computer Standards & Interfaces, 66, 103353. doi: <https://doi.org/10.1016/j.csi.2019.04.012>
14. Morozov, V., Kalnichenko, O., Timinsky, A., Liubyma, I. (2017). Projects change management in based on the projects configuration management for developing complex projects. 2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS). doi: <https://doi.org/10.1109/idaacs.2017.8095224>
15. Lianguang, M. (2016). Study on Project Information Management Based on Building Information Modeling. 2016 International Conference on Smart City and Systems Engineering (ICSCSE). doi: <https://doi.org/10.1109/icscse.2016.0071>
16. Sharon, A., Dori, D. (2015). A Project–Product Model–Based Approach to Planning Work Breakdown Structures of Complex System Projects. IEEE Systems Journal, 9 (2), 366–376. doi: <https://doi.org/10.1109/jsyst.2013.2297491>
17. Ivanusa, A., Yemelyanenko, S., Yakovchuk, R., Ivanusa, Z. (2019). Safety-focused Stakeholder Management in Civil Protection Projects. 2019 IEEE 14th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT). doi: <https://doi.org/10.1109/stc-csit.2019.8929847>
18. Whyte, J., Stasis, A., Lindkvist, C. (2016). Managing change in the delivery of complex projects: Configuration management, asset information and “big data.” International Journal of Project Management, 34 (2), 339–351. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.02.006>
19. Brotherton, S. A., Fried, R. T., Norman, E. S. (2008). Applying the work breakdown structure to the project management lifecycle. Paper presented at PMI® Global Congress 2008 – North America, Denver, CO. Newtown Square, PA: Project Management Institute.
20. Edelenbosch, O. Y., McCollum, D. L., van Vuuren, D. P., Bertram, C., Carrara, S., Daly, H. et. al. (2017). Decomposing passenger transport futures: Comparing results of global integrated assessment models. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 55, 281–293. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.07.003>
21. Kobylkin, D. S., Zachko, O. B. (2020). Structural models of safety-oriented management of infrastructure projects decomposition. Materials of 2020 IEEE 15th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT 2020). Vol. 2. Lviv-Zbarazh, 131–134.
22. Kobylkin, D., Zachko, O., Popovych, V., Burak, N., Golovaty, R., Wolff, C. (2020). Models for Changes Management in Infrastructure Projects. ITPM 2020. Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/Models-for-Changes-Management-in-Infrastructure-Kobylkin-Zachko/9e91a135c4533e7cc58fd18ded3e81a49d9295d9#related-papers>
23. Zachko, O. B., Chalyy, D. O., Kobylkin, D. S. (2020). Models of technical systems management for the forest fire prevention. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 5, 129–135. doi: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-5/129>
24. Zachko, O., Golovaty, R., Kobylkin, D. (2019). Models of safety management in development projects. 2019 IEEE 14th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT). doi: <https://doi.org/10.1109/stc-csit.2019.8929743>
25. Practice Standard for Work Breakdown Structures (2019). Project Management Institute, 100.
26. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK®Guide) (2017). Newtown Square, Pa.: Project Management Institute, Inc., 756.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.209325

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR OPTIMIZING A PRODUCT QUALITY INSPECTION PLAN BY THE RISK OF NON-CONFORMITY SLIPPAGE (p. 50–59)

Oleh Haievskiy

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0769-5661>

Viktor Kvasnytskyi

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7756-5179>

Volodymyr Haievskiy

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9195-8879>

Risk-based approaches are a feature of the modern quality management system. A method of optimization of product quality inspection plan by the risk of non-conformity slippage is proposed. The method is based on a risk ranking matrix, criteria of the failure mode and effects analysis (FMEA), block classification of inspection plans, approaches to non-conformity prediction, and probability multiplication theorem for independent events.

The risk of non-conformity slippage was defined as a criterion of inspection plan optimization. The proposed method allows determining the acceptability of the risk, with 100 % quality inspection, in case of abandoning the inspection operation, the possibility of applying sampling and minimum sampling volumes necessary to ensure an acceptable risk level. Relationships were derived to determine the minimum required number of inspected units out of 1,000, with an acceptable risk level in product quality inspection. The initial data for the calculation are the main characteristics of

the inspection plan: the probability of the object conformity with the requirements for the controlled quality characteristic, the probability of not detecting non-conformity with the provided inspection method, the rate of non-conformity slippage, which ensures an acceptable risk level. The formula allows calculating the minimum sampling volume that provides an acceptable level of non-conformity slippage risk during the implementation of the product quality inspection plan (QIP).

The proposed method was tested on the inspection plan for welds of air tanks of the railway car braking system. It is possible to abandon the original 100 % inspection plan and apply sampling, which provides an acceptable level of non-conformity slippage risk. This allows reducing the volume and costs of inspection by 18 %.

Keywords: quality inspection planning, non-conformity risk, probability rank, FMEA, quality management.

References

- Plura, J., Klaput, P. (2012). Influence of the Interaction Between Parts and Appraisers on the Results of Repeatability and Reproducibility Analysis. *Quality Innovation Prosperity*, 16 (1). doi: <https://doi.org/10.12776/qip.v16i1.59>
- Haievskiy, V. O., Haievskiy, O. A., Zvorykin, C. O. (2018). Investigations of weld seam width variability during shielding gas mixture arc welding. *Technological Systems*, 82/1, 70–73. doi: <https://doi.org/10.29010/082.9>
- Slyvinskyy, O., Chvertko, Y., Bisyk, S. (2019). Effect of welding heat input on heat-affected zone softening in quenched and tempered armor steels. *High Temperature Material Processes An International Quarterly of High-Technology Plasma Processes*, 23 (3), 239–253. doi: <https://doi.org/10.1615/hightempmatproc.2019031690>
- Prokhorenko, V. M., Prokhorenko, D. V., Zvorykin, C. O., Hainutdinov, S. F. (2019). Kinetics of strains during single-pass fusion welding of a symmetrical butt joint. *Technological Systems*, 88/3, 73–84. doi: <https://doi.org/10.29010/88.11>
- Kononov, N. N. (2006). Normirovanie defektov i dostovernost' nerazrushayushchego kontrolya svarnyh soedineniy. Moscow: FGUP NTTS «Promyshlennaya bezopasnost'». Available at: <https://meganorm.ru/Data1/49/49531/index.htm#i374364>
- Fallah Nezhad, M. S., Hosseini Nasab, H. (2012). A new Bayesian acceptance sampling plan considering inspection errors. *Scientia Iranica*, 19 (6), 1865–1869. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scient.2012.09.009>
- Rezaei, J. (2016). Economic order quantity and sampling inspection plans for imperfect items. *Computers & Industrial Engineering*, 96, 1–7. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2016.03.015>
- Chernovska, K. O. (2012). Develop quality control methods for the manufacture of machinery. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (3 (58)), 69–71. Available at: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/4237/3999>
- Chernovska, K. O., Yefimenko, N. A. (2013). Search of reserves of improvement of quality system at machinery plants. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (9 (61)), 69–72. Available at: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/9520/8294>
- Bettayeb, B., Brahim, N., Lemoine, D. (2016). Integrated Single Item Lot-Sizing and Quality Inspection Planning. *IFAC-PapersOnLine*, 49 (12), 550–555. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.693>
- Schilling, E. G., Neubauer, D. V. (2017). Acceptance sampling in quality control. Boca Raton, 882. doi: <https://doi.org/10.1201/9781315120744>
- Fard, N. S., Kim, J. J. (1993). Analysis of two stage sampling plan with imperfect inspection. *Computers & Industrial Engineering*, 25 (1-4), 453–456. doi: [https://doi.org/10.1016/0360-8352\(93\)90318-r](https://doi.org/10.1016/0360-8352(93)90318-r)
- Haievskiy, V. (2019). Reducing risks of welding porosity. *International Scientific Conference*. doi: <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-13-6-16>
- Volchenko, V. N. (1975). *Kontrol' kachestva svarki*. Moscow: Mashinostroenie, 328. Available at: <https://urss.ru/cgi-bin/db.pl?lang=Ru&blang=ru&page=Book&id=38053>
- Volchenko, V. N. (1979). *Veroyatnost' i dostovernost' otsenki kachestva metalloproduktov*. Moscow: Metallurgiya, 88. Available at: <https://www.twirpx.com/file/463166/>
- Zimon, D., Madzik, P. (2019). Standardized management systems and risk management in the supply chain. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 37 (2), 305–327. doi: <https://doi.org/10.1108/ijqrm-04-2019-0121>
- Rehacek, P. (2018). Risk management standards for P5M. *Journal of Engineering Science and Technology*, 13 (1), 011–034. Available at: <https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/125684/1823-4690-2018v13i1p11.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Kerekes, L., Csernátoni, Z. (2016). News on the implementation of quality management systems according to ISO 9001:2015. *Quality - Access to Success*, 17 (2), 7–13. Available at: https://www.researchgate.net/publication/304888126_News_on_the_implementation_of_quality_management_systems_according_to_ISO_90012015
- Fonseca, L. M. (2015). From quality gurus and TQM to iso 9001:2015: a review of several quality paths. *International Journal for Quality Research*, 9 (1), 167–180. Available at: https://www.researchgate.net/publication/273698022_FROM_quality_gurus_and_TQM_to_ISO_90012015_A_review_of_several_quality_paths
- Popova, L., Yashina, M., Babynina, L., Ryzhakova, A., Yefremova, N., Andreev, A. (2019). The quality management development based on risk-based thinking approach according to ISO 9001. *Quality - Access to Success*, 20 (170), 58–63. Available at: https://www.researchgate.net/publication/333249424_The_quality_management_development_based_on_risk-based_thinking_approach_according_to_iso_9001
- IEC 31010:2019. Risk management – Risk assessment techniques. Available at: <https://www.iso.org/ru/standard/72140.html>
- Rehacek, P. (2019). Risk Management as an Instrument of the Effectiveness of Quality Management System. *Quality - Access to Success*, 20 (168), 93–96. Available at: https://www.researchgate.net/publication/330882949_Risk_management_as_an_instrument_of_the_effectiveness_of_quality_management_system
- Potential failure mode and effects analysis (FMEA) (2012). Nizhniy Novgorod: OOO SMTS «Prioritet», 282. Available at: <https://search.rsl.ru/record/01006535560>
- Gayevskiy, V. O., Prokhorenko, V. M., Chvertko, Ye. P., Akhmetbekov, M. T. (2016). Restriction of Risks of Failure to Meet Requirements to Porosity of Weld Joints. *Trudy Universiteta (Karagandinskiy gosudarstvennyy tehnichestkiy universitet)*, 1, 45–48. Available at: http://www.kstu.kz/tu/2016/trudy_universiteta_1.pdf
- Shackleton, D. N. (2006). Reducing Failure Risk in Welded Components. *Welding in the World*, 50 (9-10), 92–97. doi: <https://doi.org/10.1007/bf03263449>
- Sorooshian, S. (2019). New Means to Risk-Priority-Number for System Improvement. *Quality - Access to Success*, 20 (171), 18–20. URL: <https://search.proquest.com/openview/547d2175cce34d3fc7fd6308dd6aa47c/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1046413>
- Zmievskiy, V. I. (2010). Primenenie metoda FMEA dlya obespecheniya kachestva svarnyh konstruksiy. *Svarochnoe proizvodstvo*, 9, 41–45. Available at: https://jglobal.jst.go.jp/en/detail?JGLOBAL_ID=201002247823554131
- Juhaszova, D. (2013). Failure Analysis in Development & Manufacture for Customer. *Quality Innovation Prosperity*, 17 (2). doi: <https://doi.org/10.12776/qip.v17i2.203>

29. Banduka, N., Veža, I., Bilić, B. (2016). An integrated lean approach to Process Failure Mode and Effect Analysis (PFMEA): A case study from automotive industry. *Advances in Production Engineering & Management*, 11 (4), 355–365. doi: <https://doi.org/10.14743/apem2016.4.233>
30. Mazur, M. (2017). Assessment of the Construction Welding Process. *Procedia Engineering*, 192, 580–585. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.06.100>
31. Bettayeb, B., Bassetto, S.-J. (2016). Impact of type-II inspection errors on a risk exposure control approach based quality inspection plan. *Journal of Manufacturing Systems*, 40, 87–95. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2016.06.003>
32. Lassen, T. (2013). Risk based Fatigue Inspection Planning – State of the Art. *Procedia Engineering*, 66, 489–499. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.12.101>
33. Shishesaz, M. R., Nazarneshad Bajestani, M., Hashemi, S. J., Shekari, E. (2013). Comparison of API 510 pressure vessels inspection planning with API 581 risk-based inspection planning approaches. *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, 111–112, 202–208. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpvp.2013.07.007>
34. Abubakirov, R., Yang, M., Khakzad, N. (2020). A risk-based approach to determination of optimal inspection intervals for buried oil pipelines. *Process Safety and Environmental Protection*, 134, 95–107. doi: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2019.11.031>
35. Straub, D., Faber, M. H. (2005). Risk based inspection planning for structural systems. *Structural Safety*, 27 (4), 335–355. doi: <https://doi.org/10.1016/j.strusafe.2005.04.001>
36. Costa, A. R., Barbosa, C., Santos, G., Alves, M. Ru. (2019). Six Sigma: Main Metrics and R Based Software for Training Purposes and Practical Industrial Quality Control. *Quality Innovation Prosperity*, 23 (2), 83. doi: <https://doi.org/10.12776/qip.v23i2.1278>

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.219946

BUILDING AN ONTOLOGICAL INFORMATION-ANALYTICAL SYSTEM TO MANAGE QUALITY OF DOUBLE-GLAZED WINDOWS IN THE PRODUCTION OF SOLAR PANELS (p. 60–69)

Andrii Sobchak

National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute”,
Kharkiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8357-4795>

Serhii Mykhalkiv

Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0425-6295>

Mykhailo Babaiev

Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3553-8786>

Elena Zinchenko

Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2294-9527>

Olha Ananieva

Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6686-8249>

Nataliie Kovshar

National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute”,
Kharkiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6891-7566>

This paper reports an ontological approach to designing intelligent decision support to control the quality of multi-layered double-

glazed windows within the framework of a virtual instrument-building enterprise (VIE) that produces solar energy complexes. It is shown that improving the efficiency in solving the tasks related to managing the quality of VIE products necessitates the application of an ontological engineering toolset to create a unified knowledge space that would cover the manufacturing phase of a product's life cycle. The methodical basis for making an ontological information-analytical system (OIAS) to manage product quality was the tool platform “TODOS” (Ukraine) whose means were used to synthesize a set of ontological models that make up the intelligent core of OIAS. The OIAS knowledge-based inference procedure has been described when making a decision about a deviation in the manufacturing process that led to the emergence of damage. This procedure implies the implementation of direct and reverse inference based on the knowledge in the ontological environment and makes it possible to identify the sources of defects and damage and generate a solution to eliminating these sources. Procedures have been devised to assess the effectiveness of the development and application of OIAS to automate the quality management of multi-layered double-glazed windows. These procedures employ a set of indicators that reflect both the technical and economic components of the quality control process. It has been shown that during 2019 a typical subcontractor enterprise that applied the developed system managed to reduce the number of defective products by about 73 %. Further research areas have been identified, including the development of methodical means and, based on them, the toolsets for the deployment of industrial ontological quality management systems.

Keywords: solar energy complexes, multi-layered double-glazed windows, quality management, ontological approach, efficiency evaluation metrics.

References

1. Voronovsky, I. (2019). Development of alternative energy sources. *Scientific bulletin of the Tavria State Agrotechnological University*, 9 (1). doi: <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2019-1-46>
2. Gustavsen, A., Grynning, S., Arasteh, D., Jelle, B. P., Goudey, H. (2011). Key elements of and material performance targets for highly insulating window frames. *Energy and Buildings*, 43 (10), 2583–2594. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.05.010>
3. Pavlenko, V., Shostak, I., Sobchak, A., Morozova, O., Danova, M. (2017). The Concept of Virtual Manufacturing Enterprise Operation as a Green Complex System. *Studies in Systems, Decision and Control*, 265–285. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-55595-9_13
4. ISO 9001:2015. Quality management systems – Requirements. Available at: <https://www.iso.org/standard/62085.html>
5. Pravila oformlenie tehnologicheskoy dokumentatsii. Available at: <https://hydro-maximum.com.ua/a329522-pravila-oformlenie-tehnologicheskoy.html>
6. Shostak, I., Volobuyeva, L., Danova, M. (2018). Ontology based approach for green software ecosystem formalization. 2018 IEEE 9th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT). doi: <https://doi.org/10.1109/dessert.2018.8409196>
7. Shostak, I., Danova, M., Romanenkov, Y., Bugaienko, O., Volk, M., Karminska-Bielobrova, M. (2018). Organization of information support for business processes at aviation enterprises by means of ontological engineering. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (2 (92)), 45–55. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126673>
8. Shostak, I. V., Butenko, I. I. (2012). Ontology approach to realization of information technology for normative profile forming at critical software certification. *Zb. nauk. prats Viyskovoho instytutu KNU im. T. H. Shevchenka*, 38, 250–253.

9. Stryzhak, O. E. (2013). Tools of ontological integration and support of distributed spatial and semantic information resources. *Ekologichna bezpeka ta pryrodokorystuvannya*, 12, 166–177.
10. Sadigh, B. L., Ünver, H. Ö., Dođdu, E., Kiliç, S. E. (2014). Ontology based virtual enterprise system domain modeling. *Proceedings of the 24th International Conference on Flexible Automation & Intelligent Manufacturing*. doi: <https://doi.org/10.14809/faim.2014.0133>
11. Asmae, A., Hussain, B.-A., Souhail, S., El Moukhtar, Z. (2016). An Ontology-Based Framework for Virtual Enterprise Integration and Interoperability. *Journal of Communication and Computer*, 13 (4). doi: <https://doi.org/10.17265/1548-7709/2016.04.004>
12. Sampath Kumar, V. R., Khamis, A., Fiorini, S., Carbonera, J. L., Olivares Alarcos, A., Habib, M. et. al. (2019). Ontologies for Industry 4.0. *The Knowledge Engineering Review*, 34. doi: <https://doi.org/10.1017/s0269888919000109>
13. Sadigh, B. L., Ünver, H. O., Nikghadam, S., Dogdu, E., Ozbayoglu, A. M., Kilic, S. E. (2016). An ontology-based multi-agent virtual enterprise system (OMAVE): part 1: domain modelling and rule management. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 30 (2-3), 320–343. doi: <https://doi.org/10.1080/0951192x.2016.1145811>
14. Kim, C., Kim, K., Lee, J., Kang, D., Ryu, K. (2013). Ontology-based process model for business architecture of a virtual enterprise. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 26 (7), 583–595. doi: <https://doi.org/10.1080/0951192x.2012.749529>
15. DSTU B V.2.7-107:2008. Sklopakety kleieni budivelnoho pryznachennia. Available at: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/5-1-0-1099>
16. Velychko, V., Popova, M., Prykhodniuk, V., Stryzhak, O. (2017). TODOS – IT-platform formation transdisciplinaryn information environment. *Systemy ozbroiennia i viyskova tekhnika*, 1, 10–19.
17. Plotkin, G. D. (1981). An Structural Approach to Operational Semantics. Technical Report DAIMI FN-19. Aarhus University, DAIMI.

АНОТАЦІЇ
CONTROL PROCESSES

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.219285

РОЗРОБКА МЕТОДУ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ЗАТРИМОК ПОТЯГІВ У ЗАЛІЗНИЧНИХ МЕРЕЖАХ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕПІДЕМІОЛОГІЧНИХ SIR-МОДЕЛЕЙ (с. 6–13)

Д. О. Гурін, А. В. Прохорченко, М. А. Кравченко, Г. В. Шаповал

Розроблено метод моделювання розповсюдження затримок потягів на розгалужених залізничних полігонах за допомогою модифікованих епідеміологічних SIR-моделей. Такі моделі враховують взаємовплив потягів із різним пріоритетом у потоці. Це дозволяє врахувати гетерогенну динаміку при поширенні затримок між потягопотоками різної пріоритетності. Для врахування поширення первинної затримки у просторі й часі запропоновано представити топологію залізничної мережі у вигляді неорієнтованого графу з прив'язкою до ребра графу математичної системи диференціальних рівнянь SIR-моделі. Це дозволило уніфікувати процес побудови SIR-моделей для кожного ребра (дільниці) графу мережі та зменшити розмірність задачі. Для обліку впливу “мережевого ефекту” запропоновано визначити транзитний коефіцієнт за кожною станцією дільниці. Такий коефіцієнт дозволяє вирахувати кількість затриманих потягів на суміжні дільниці. Для настроювання SIR-моделей запропоновано використати емпіричні дані щодо розповсюдження середньої затримки в нормативному графіку руху на відповідній дільниці. Для послідовного розв'язку SIR-моделей, що відповідають взаємопов'язаним дільницям мережі, застосовано алгоритм, який перетворює граф мережі на спрямоване дерево, коренем якого є станція виникнення затримки. Проведені дослідження моделювання поширення затримок потягів на залізничному полігоні з врахуванням взаємовпливу різних категорій потягів у потоці та закладених резервів часу на відновлення руху. Отримані результати моделювання підтвердили адекватність рішень та дозволяють кількісно оцінити вплив первинних затримок та величин резерву часу в розкладах руху потягів різних категорій на надійність нормативного графіку руху потягів.

Ключові слова: залізниця, мережа, графік руху потягів, поширення затримки, епідеміологічна модель, SIR.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.220214

РОЗРОБКА МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО (ЗАЛІЗНИЧНО-ВОДНОГО) ЛАНЦЮГА ПОСТАЧАННЯ ЗЕРНОВИХ МЕТОДОМ АГЕНТНОЇ СИМУЛЯЦІЇ (с. 14–22)

А. А. Мазаракі, В. І. Мацюк, Н. Б. Ільченко, О. О. Кавун-Мошківська, Т. М. Григоренко

Представлені результати імітаційного моделювання багатоелементного ланцюга постачання зернових залізнично-водним мульти-модальним маршрутом. Представлено математичне обґрунтування оптимізаційної задачі. За критерій оптимізації обрано мінімальний час доставки вантажів. Обмеженнями оптимізації обрано межі припустимого використання (завантаження) парків транспортних одиниць залізничного і водного транспортів. Оптимізаційна модель представляє собою багатопараметричну задачу стохастичного програмування. Цільова функція моделі представлена у неявному виразі. Пошук рішення оптимізаційної моделі здійснено за допомогою експериментів із розробленою імітаційною моделлю.

Імітаційна модель базується на дискретно-подієвому та агентному принципах, імітує взаємодію двох залізничних та однієї морської транспортно-технологічних ліній, а також термінальних пунктів накопичення, зберігання та перевантаження партій вантажу. У якості вантажного модуля виступає одна тона зерна пшениці.

Імітаційна модель розроблена у середовищі AnyLogic RE (США) та Java SE (США). Алгоритм імітаційної моделі передбачає взаємодію: популяцій агентів пунктів стикування транспорту; агентів транспортно-технологічних ліній; популяцій агентів парків транспортних одиниць; агентів інформаційних заявок на транспортування. Модель реалізовано на прикладі реального процесу постачання зернових з України до Єгипту.

Дослідження моделі проводились методом цілочисельної оптимізації. У результаті експериментів встановлено оптимальні значення: потрібного парку вагонів, локомотивів, морських суден. Крім того, встановлено потрібну місткість зерносховищ на станціях відправлення та терміналах морських портів, а також необхідну ємність колійного розвитку залізничних станцій. Середній час доставки отримано в межах 185 годин.

Ключові слова: мультимодальна логістика, ланцюг постачання зернових, агентна імітація, залізнично-водний маршрут.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.220257

ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МІЖ ТЕМПЕРАТУРОЮ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ВИТРАТОЮ ПАЛИВА МІСЬКИМИ АВТОБУСАМИ З ДИЗЕЛЕМ (С. 23–32)

Д. О. Савостін-Косяк, М. Мондзель, А. Яворські, О. М. Іванушко, М. П. Цюман, А. В. Лобода

Автомобільний транспорт є основним споживачем енергетичних ресурсів в переважній більшості світових країн. Атмосферні умови, наряду з конструкцією автомобіля, його технічним станом, майстерністю водія, дорожніми та транспортними умовами суттєво впливають на витрату палива. Проте, при математичному моделюванні часто вони враховуються за усередненими значеннями, що може впливати на точність результатів.

Встановлено характер взаємозв'язків між температурою навколишнього середовища та витратою палива міськими автобусами з дизелем на основі експериментальних та аналітичних досліджень. За результатами аналізу експериментальних даних було

встановлено, що цей взаємозв'язок описується поліноміальними регресіями другого порядку. Точність регресійної моделі було підтверджено критерієм Фішера для двох міських маршрутів.

Аналітичні дослідження впливу густини повітря, опору коченню, коефіцієнту корисної дії трансмісії і всіх цих трьох чинників разом на витрату палива проводились за допомогою математичного моделювання з використанням методології Physical Emission Rate Estimator. Було встановлено, що найбільший вплив на витрату палива мають опір коченню та коефіцієнт корисної дії трансмісії. В обох випадках різниця між найбільшим та найменшим розрахунковим значенням склала 2,5 %. Проте, в абсолютних одиницях виміру різниця більша на 0,2 л/100 км для опору коченню.

Отримані результати можуть бути використані в математичних моделях руху транспортних засобів, зокрема міських автобусів, для врахування динаміки зміни витрати палива в залежності від температури навколишнього середовища. Також вони будуть корисні в математичних моделях визначення шкідливих викидів для розрахунку витрати палива при різних температурах навколишнього середовища.

Ключові слова: витрата палива, температура навколишнього середовища, міські автобуси з дизелем, експериментальні дані.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.219293

РОЗРОБКА СТРАТЕГІЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ СУДЕН ШЛЯХОМ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ КОШТІВ (с. 33–41)

О. Г. Шибасєв, С. С. Боровик, Ю. В. Михайлова

Життєвий цикл пасажирського судна складається з таких етапів як проектування, будівництво, експлуатація, модернізація та утилізація. Модернізація включає в себе певне розмаїття робіт з оновлення судна і таким чином, сприяє продовженню ЖЦ судна. Визначити види, обсяг і вартість робіт для кожного розглянутого судна можна після проведення аналізу його технічного стану. Доцільно при складанні списку необхідних робіт з модернізації чергувати роботи прямого і непрямого впливу на майбутній прибуток від експлуатації судна. Ті судна, які в результаті попередніх розрахунків не будуть приносити прибуток після модернізації, не варто включати в план модернізації.

Модернізація не здатна замінити суднобудування як основний спосіб оновлення флоту. Однак, в умовах обмежених фінансових ресурсів, її потрібно використовувати з метою згладжування потреби в нових судах.

Оптимальний розподіл коштів між групами робіт з модернізації суден було визначено за допомогою завдання динамічного програмування. Цільова функція максимізує приріст прибутку від проведення груп робіт по модернізації. Керована система в даному випадку пасажирське судно. Стан системи перед кожним кроком характеризується кількістю ще нерозподілених коштів. В результаті рішення задачі, судовласник отримує відповідь, яка кількість коштів, з наявних у нього, в які групи робіт з модернізації пасажирського судна потрібно вкласти для отримання найбільшого прибутку.

Таким чином, стратегія модернізації пасажирських суден шляхом оптимального розподілу грошових коштів, базується на: визначенні видів і обсягу робіт, їх вартості, корисності, можливості отримати прибуток від експлуатації модернізованого судна. А також, на вирішенні оптимізаційної задачі розподілу грошових коштів в модернізацію за умови їх обмеженості.

Ключові слова: модернізація, пасажирське судно, розподіл грошових коштів, динамічне програмування, життєвий цикл.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.219361

РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ СЕГРЕГАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ УПРАВЛІННЯ ІНФРАСТРУКТУРНИМИ ПРОЕКТАМИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МОНОШАБЛОНУ ПРИ БЕЗПЕКО-ОРІЄНТОВАНОМУ УПРАВЛІННІ (с. 42–49)

Д. С. Кобилкін, О. Б. Зачко, Н. П. Корогод, Д. О. Тимченко

Проведено комплексне дослідження процесу декомпозиції та сегрегації елементів управління інфраструктурними проектами із застосуванням моношаблону при впливі змін та безпеко-орієнтованому управлінні. Застосування інструментарію управління проектами, програмами та портфелями проектів дало змогу провести узагальнення процесу структурної декомпозиції інфраструктурних проектів та особливостей сегрегації елементів управління із застосуванням моношаблону та положень безпеко-орієнтованого управління. Це важливо через особливості формування і планування інфраструктурних проектів: змісту, вимог до структури та цінностей, серед яких ключова – це безпека. Таким чином розроблено концептуальну модель-схему моношаблону при безпеко-орієнтованому управлінні, що включає три блоки проектного управління. Це дало змогу покращити процес планування інфраструктурних проектів. Розроблено модель-схему і запропоноване застосування системи фільтру елементів та параметрів управління інфраструктурним проектом при безпеко-орієнтованому управлінні. Система дозволяє здійснити процес сегрегації необхідних елементів і параметрів управління інфраструктурним проектом при застосуванні моношаблону. Описано вплив та наслідки застосування на основі проектних параметрів. Представлено формалізовану модель процесу сегрегації елементів і параметрів управління інфраструктурним проектом на рівні моношаблону при безпеко-орієнтованому управлінні. Описано процес переходу структурно декомпонованих елементів та параметрів управління крізь систему фільтру. В ході даного процесу здійснюється вплив проектних факторів проактивного управління, внутрішнього проектного оточення, вплив змін та опору системи на сформовані структурно декомпоновані блоки моношаблону. Розроблені в ході дослідження моделі доповнюють інструментарій управління проектами та дають можливість на якісному рівні здійснювати процес планування інфраструктурних проектів.

Ключові слова: інфраструктурний проект, сегрегація, фільтр, вплив змін, декомпозиція проекту, безпеко-орієнтоване управління, моношаблони.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.209325**РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПЛАНУ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ ПО РИЗИКУ ПРОСЛИЗАННЯ НЕВІДПОВІДНОСТІ (с. 50–59)****О. А. Гаєвський, В. В. Квасницький, В. О. Гаєвський**

Ризик орієнтовані підходи є особливістю сучасної системи управління якістю. Запропоновано методику оптимізації плану контролю якості продукції за ризиком прослизання невідповідності. Методика заснована на матриці ранжування ризиків, критеріях аналізу виду і наслідків потенційних відмов (FMEA), блокової класифікації планів контролю, підходах до прогнозування невідповідностей, теоремі множення ймовірностей незалежних подій.

В якості критерію оптимізації плану контролю визначений ризик прослизання невідповідності. Запропонована методика дозволяє визначити прийнятність ризику, при 100 % контролі якості, при відмові від контрольної операції, можливість застосування вибіркового контролю і мінімально необхідні для забезпечення прийнятного рівня ризику об'єми вибіркового контролю. Виведено розрахункові залежності для встановлення мінімально необхідної кількості перевірених з 1000 одиниць, з прийнятним рівнем ризику при контролі якості продукції. Вихідними даними для розрахунку є основні характеристики плану контролю: ймовірність відповідності об'єкта вимогам до контрольованої характеристики якості, ймовірність виявлення невідповідності передбаченим методом контролю, частота прослизання невідповідності, що забезпечує прийнятний рівень ризику. Формула дозволяє розрахувати мінімальний об'єм вибірки, що забезпечує прийнятний рівень ризику прослизання невідповідності при реалізації плану контролю (QIP) продукції, що випускається.

Запропонована методика апробована на плані контролю зварних швів повітряних резервуарів системи гальмування залізничних вагонів. Показана можливість відмовитися від початкового плану 100 % контролю і застосувати вибіркового контроль, який забезпечує прийнятний рівень ризику прослизання невідповідності. Це дозволяє на 18 % знизити об'єм контролю і відповідні витрати на контроль.

Ключові слова: планування контролю якості, ризик невідповідності, ранг ймовірності, FMEA, управління якістю.

DOI: 10.15587/1729-4061.2020.219946**РОЗРОБКА ОНТОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ СКЛОПАКЕТІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ (с. 60–69)****А. П. Собчак, С. В. Михалків, М. М. Бабаєв, Е. Е. Зинченко, О. М. Ананьєва, Н. Е. Ковшар**

Викладено онтологічний підхід до організації інтелектуальної підтримки прийняття рішень з управління якістю багатопарових склопакетів, в рамках віртуального приладобудівного підприємства (ВПП) з виробництва комплексів сонячної енергетики. Показано, що для підвищення ефективності вирішення завдань, пов'язаних з управлінням якістю продукції ВПП, необхідне створення, засобами онтологічного інжинірингу, єдиного простору знань, що охоплює виробничий етап життєвого циклу виробу. Методичною основою для створення онтологічної інформаційно-аналітичної системи (ОІАС) управління якістю продукції стала інструментальна платформа «ТОДОС» (Україна), засобами якої синтезований набір онтологічних моделей, що становлять інтелектуальне ядро ОІАС. Описано процедуру виведення на знаннях в ОІАС при формуванні рішень про відхилення в технологічному процесі, що призвели до виникнення виробничого браку. Дана процедура передбачає реалізацію прямого та зворотного виведення на знаннях в онтологічному середовищі, що надає змогу виявити джерела виникнення дефектів та браку і сформулювати рішення щодо усунення цих джерел. Розроблено методики оцінювання ефективності розробки і застосування ОІАС для автоматизації управління якістю багатопарових склопакетів. В цих методиках використано комплекс показників, що віддзеркалюють як технічну, так й економічну складову ефективності процесу контролю якості. Показано, що протягом 2019 р. на типовому підприємстві – субпідряднику за допомогою розробленої системи вдалося знизити кількість бракованої продукції приблизно на 73%. Вказано напрямки подальших досліджень, що передбачають розробку методичних, а на їх основі – інструментальних засобів розгортання виробничих онтологічних систем управління якістю.

Ключові слова: комплекси сонячної енергетики, багатопарові склопакети, управління якістю, онтологічний підхід, метрики оцінювання ефективності.